ŒUVRES COMPLÈTES

DE

BUFFON,

AVEC

les Suppléments

Augmentées

DE LA CLASSIFICATION

DE G. Cuvier,

PARIS

P. DUMÉNIL

Rue des BEAUX-ARTS 10.

ŒUVRES
COMPLÈTES
DE BUFFON.

TOME II.

MATIÈRES GÉNÉRALES.

II.

TYPOGRAPHIE DE FIRMIN DIDOT FRÈRES,
IMPRIMEURS DE L'INSTITUT DE FRANCE,
RUE JACOB, N° 24.

ŒUVRES

COMPLÈTES

DE BUFFON.

AVEC

LES SUPPLÉMENS,

AUGMENTÉES DE LA CLASSIFICATION

DE G. CUVIER,

ET ACCOMPAGNÉES

DE 700 VIGNETTES GRAVÉES SUR ACIER, REPRÉSENTANT AU MOINS 900 ANIMAUX.

Tome Deuxieme.



PARIS,

P. DUMÉNIL, ÉDITEUR, RUE DES BEAUX-ARTS, 10.

M DCCC XXXVI.


WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

HISTOIRE
DES MINÉRAUX.

PARTIE HYPOTHÉTIQUE.

PREMIER MÉMOIRE.

Recherches sur le refroidissement de la terre et des planètes.

En supposant, comme tous les phénomènes paroissent l'indiquer, que la terre ait autrefois été dans un état de liquéfaction causé par le feu, il est démontré par nos expériences que si le globe étoit entièrement composé de fer ou de matière ferrugineuse [1], il ne se seroit consolidé jusqu'au centre qu'en 4026 ans, refroidi au point de pouvoir le toucher sans se brûler en 46991 ans, et qu'il ne se seroit refroidi au point de la température actuelle qu'en 100696 ans; mais comme la terre, dans tout ce qui nous est connu, nous paroît être composée de matières vitrescibles et calcaires qui se refroidissent en moins de temps que les matières ferrugineuses, il faut, pour approcher de la vérité autant qu'il est possible, prendre les temps respectifs du refroidissement de ces différentes matières tels que nous les avons trouvés par les expériences du second mémoire, et en établir le rapport avec celui du refroidissement du fer. En n'employant dans cette somme que le verre, le grès, la pierre calcaire dure, les marbres et les pierres ferrugineuses, on trouvera que le globe terrestre s'est consolidé jusqu'au centre en 2905 ans environ, qu'il s'est refroidi au point de pouvoir le toucher en 33911 ans environ, et à la température actuelle en 74047 ans environ.

J'ai cru ne devoir pas faire entrer dans cette somme des rapports du refroidissement des matières qui composent le globe, ceux de l'or, de l'argent, du plomb, de l'étain, du zinc, de l'antimoine et du bismuth, parce que ces matières ne font, pour ainsi dire, qu'une partie infiniment petite du globe.

De même je n'ai point fait entrer les rapports du refroidissement des glaises, des ocres, des craies et des gypses, parce que ces matières n'ayant que peu ou point de dureté, et n'étant que des détrimens des premières, ne doivent pas être mises au rang de celles dont le globe est principalement composé, qui, prises généralement, sont concrètes, dures et très-solides, et que j'ai cru devoir réduire aux matières vitrescibles, calcaires et ferrugineuses, dont le refroidissement mis en somme, d'après la table que j'en ai donnée [2], est à celui du fer :: 50516 : 70000 pour pouvoir les toucher, et :: 51475 : 70000 pour le point de la température actuelle. Ainsi, en partant de l'état de la liquéfaction, il a dû s'écouler 2905 ans avant que le globe de la terre fût consolidé jusqu'au centre; de même il s'est écoulé 33911 ans avant que sa surface fût assez refroidie pour pouvoir la toucher, et 74047 ans avant que sa chaleur propre ait diminué au point de la température actuelle; et, comme la diminution du feu ou de la très-grande chaleur se fait toujours à très-peu près en raison de l'épaisseur des corps ou du diamètre des globes de même densité, il s'ensuit que la lune, dont le diamètre n'est que de 3/11 de celui de la terre, auroit dû se consolider jusqu'au centre en 792 ans 1/11 environ, se refroidir au point de pouvoir la toucher en 9248 ans 5/11 environ, et perdre assez de sa chaleur propre pour arriver au point de la température

1. Premier et huitième mémoire.

2. Second mémoire.

actuelle en 20194 ans environ, en supposant que la lune est composée des mêmes matières que le globe terrestre : néanmoins, comme la densité de la terre est à celle de la lune :: 1000 : 702, et qu'à l'exception des métaux, toutes les autres matières vitrescibles ou calcaires suivent, dans leur refroidissement, le rapport de la densité assez exactement, nous diminuerons les temps du refroidissement de la lune dans ce même rapport de 1000 à 702; en sorte qu'au lieu de s'être consolidée jusqu'au centre en 792 ans, on doit dire 556 ans environ pour le temps réel de sa consolidation jusqu'au centre, et 6492 ans pour son refroidissement au point de pouvoir la toucher, et enfin 14176 ans pour son refroidissement à la température actuelle de la terre; en sorte qu'il y a 59871 ans entre le temps de son refroidissement et celui du refroidissement de la terre, abstraction faite de la compensation qu'a dû produire sur l'une et sur l'autre la chaleur du soleil, et la chaleur réciproque qu'elles se sont envoyée.

De même le globe de Mercure, dont le diamètre n'est que 1/3 de celui de notre globe, auroit dû se consolider jusqu'au centre en 968 ans 1/3, se refroidir au point de pouvoir le toucher en 11301 ans environ, et arriver à celui de la température actuelle de la terre en 24682 ans environ, s'il étoit composé d'une matière semblable à celle de la terre : mais sa densité étant à celle de la terre :: 2040 : 1000, il faut prolonger dans la même raison les temps de son refroidissement. Ainsi Mercure s'est consolidé jusqu'au centre en 1965 ans 3/10, refroidi au point de pouvoir le toucher en 23054 ans, et enfin à la température actuelle de la terre en 50351 ans; en sorte qu'il y a 23696 ans entre le temps de son refroidissement et celui du refroidissement de la terre, abstraction faite de même de la compensation qu'a dû faire à la perte de sa chaleur propre la chaleur du soleil, duquel il est plus voisin qu'aucune autre planète.

De même le diamètre du globe de Mars n'étant que 13/25 de celui de la terre, il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 1510 ans 3/5 environ, se refroidir au point de pouvoir le toucher en 17634 ans environ, et arriver à celui de la température actuelle de la terre en 38504 ans environ, s'il étoit composé d'une matière semblable à celle de la terre; mais sa densité étant à celle du globe terrestre :: 730 : 1000, il faut diminuer dans la même raison les temps de son refroidissement. Ainsi Mars se sera consolidé jusqu'au centre en 1102 ans 18/25 environ, refroidi au point de pouvoir le toucher en 12873 ans, et enfin à la température actuelle de la terre en 28108 ans; en sorte qu'il y a 45839 ans entre les temps de son refroidissement et celui de la terre, abstraction faite de la différence qu'a dû produire la chaleur du soleil sur ces deux planètes.

De même le diamètre du globe de Vénus étant 17/18 du diamètre de notre globe, il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 2744 ans environ, se refroidir au point de pouvoir le toucher en 32027 ans environ, et arriver à celui de la température actuelle de la terre en 69933 ans, s'il étoit composé d'une matière semblable à celle de la terre; mais sa densité étant à celle du globe terrestre :: 1270 : 1000, il faut augmenter dans la même raison les temps de son refroidissement. Ainsi Vénus ne se sera consolidée jusqu'au centre qu'en 3484 ans 22/25 environ, refroidie au point de pouvoir la toucher en 40674 ans, et enfin à la température actuelle de la terre en 88815 ans environ; en sorte que ce ne sera que dans 14768 ans que Vénus sera au même point de température qu'est actuellement la terre, toujours abstraction faite de la différente compensation qu'a dû faire la chaleur du soleil sur l'une et l'autre.

Le diamètre du globe de Saturne étant à celui de la terre :: 9 1/2 : 1, il s'ensuit que, malgré son grand éloignement du soleil, il est encore bien plus chaud que la terre; car, abstraction faite de cette légère différence causée par la moindre chaleur qu'il reçoit du soleil, il se trouve qu'il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 27597 ans 1/2, se refroidir au point de pouvoir le toucher en 322154 ans 1/2, et arriver à celui de la température actuelle en 703446 ans 1/2, s'il étoit composé d'une matière semblable à celle du globe terrestre; mais sa densité n'étant à celle de la terre que :: 184 : 1000, il faut diminuer dans la même raison les temps de son refroidissement. Ainsi Saturne se sera consolidé jusqu'au centre en 5078 ans environ, refroidi au point de pouvoir le toucher en 59276 ans environ, et enfin à la température actuelle en 129434 ans; en sorte que ce ne sera que dans 55387 ans que Saturne sera refroidi au même point de température qu'est actuellement la terre, abstraction faite non seulement de la chaleur du soleil, mais

encore de celle qu'il a dû recevoir de ses satellites et de son anneau.

De même, le diamètre de Jupiter étant onze fois plus grand que celui de la terre, il s'ensuit qu'il est encore bien plus chaud que Saturne, parce que, d'une part, il est plus gros, et que, d'autre part, il est moins éloigné du soleil; mais, en ne considérant que sa chaleur propre, on voit qu'il n'auroit dû se consolider jusqu'au centre qu'en 31955 ans, ne se refroidir au point de pouvoir le toucher qu'en 373021 ans, et n'arriver à celui de la température de la terre qu'en 814514 ans, s'il étoit composé d'une matière semblable à celle du globe terrestre; mais sa densité n'étant à celle de la terre que :: 292 : 1000, il faut diminuer dans la même raison les temps de son refroidissement. Ainsi Jupiter se sera consolidé jusqu'au centre en 9331 ans 1/2 environ, refroidi au point de pouvoir le toucher en 108922 ans, et enfin à la température actuelle en 237838 ans; en sorte que ce ne sera que dans 163791 ans que Jupiter se sera refroidi au même point de température qu'est actuellement la terre, abstraction faite de la compensation, tant par la chaleur du soleil que par la chaleur de ses satellites.

Ces deux planètes, Jupiter et Saturne, quoique les plus éloignées du soleil, doivent donc être beaucoup plus chaudes que la terre, qui néanmoins, à l'exception de Vénus, est de toutes les autres planètes celle qui est actuellement la moins froide. Mais les satellites de ces deux grosses planètes auront, comme la lune, perdu leur chaleur propre en beaucoup moins de temps, et dans la proportion de leur diamètre et de leur densité; il y a seulement une double compensation à faire sur cette perte de la chaleur intérieure des satellites, d'abord par celle du soleil, et ensuite par la chaleur de la planète principale, qui a dû, surtout dans le commencement et encore aujourd'hui, se porter sur ses satellites, et les réchauffer à l'extérieur beaucoup plus que celle du soleil.

Dans la supposition que toutes les planètes aient été formées de la matière du soleil, et projetées hors de cet astre dans le même temps, on peut prononcer sur l'époque de leur formation, par le temps qui s'est écoulé pour leur refroidissement. Ainsi la terre existe, comme les autres planètes, sous une forme solide et consistante à la surface, au moins depuis 74047 ans, puisque nous avons démontré qu'il faut ce même temps pour refroidir au point de la température actuelle un globe en incandescence, qui seroit de la même grosseur que le globe terrestre, et composé des mêmes matières. Et comme la déperdition de la chaleur, de quelque degré qu'elle soit, se fait en même raison que l'écoulement du temps, on ne peut guère douter que cette chaleur de la terre ne fût double, il y a 37023 ans 1/2, de ce qu'elle est aujourd'hui, et qu'elle n'ait été triple, quadruple, centuple, etc., dans des temps plus reculés, à mesure qu'on se rapproche de la date de l'état primitif de l'incandescence générale. Sur les 74047 ans, il s'est, comme nous l'avons dit, écoulé 2905 ans avant que la masse entière de notre globe fût consolidée jusqu'au centre. L'état d'incandescence, d'abord avec flamme, et ensuite avec lumière rouge à la surface, a duré tout ce temps, après lequel la chaleur, quoique obscure, ne laissoit pas d'être assez forte pour enflammer les matières combustibles, pour rejeter l'eau et la dissiper en vapeurs, pour sublimer les substances volatiles, etc. Cet état de grande chaleur sans incandescence a duré 33911 ans; car nous avons démontré, par les expériences du premier mémoire, qu'il faudroit 42964 ans à un globe de fer gros comme la terre, et chauffé jusqu'au rouge, pour se refroidir au point de pouvoir le toucher sans se brûler; et, par les expériences du second mémoire, on peut conclure que le rapport du refroidissement à ce point des principales matières qui composent le globe terrestre est à celui du refroidissement du fer :: 50516 : 70000. Or 70000 : 50516 :: 42964 : 33911, à très-peu près. Ainsi le globe terrestre, très-opaque aujourd'hui, a d'abord été très-brillant de sa propre lumière pendant 2905 ans, et ensuite sa surface n'a cessé d'être assez chaude pour brûler qu'au bout de 33911 autres années. Déduisant donc ce temps sur 74047 ans qu'a duré le refroidissement de la terre au point de la température actuelle, il reste 40136 ans. C'est de quelques siècles après cette époque que l'on peut, dans cette hypothèse, dater la naissance de la nature organisée sur le globe de la terre; car il est évident qu'aucun être vivant ou organisé n'a pu exister, et encore moins subsister, dans un monde où la chaleur étoit encore si grande qu'on ne pouvoit, sans se brûler, en toucher la surface, et que par conséquent ce n'a été qu'après la dissipation de cette chaleur trop forte que la terre a pu nourrir des animaux et des plantes.

La lune, qui n'a que 3/11 du diamètre de

notre globe, et que nous supposons composée d'une matière dont la densité n'est à celle de la terre que :: 702 : 1000, a dû parvenir à ce premier moment de chaleur bénigne et productive bien plus tôt que la terre, c'est-à-dire quelque temps après les 6492 ans qui se sont écoulés avant son refroidissement, au point de pouvoir, sans se brûler, en toucher la surface.

Le globe terrestre se seroit donc refroidi du point d'incandescence au point de la température actuelle en 74047 ans, supposé que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre : mais, d'une part, le soleil envoyant constamment à la terre une certaine quantité de chaleur, l'accession ou le gain de cette chaleur extérieure a dû compenser en partie la perte de sa chaleur intérieure ; et, d'autre part, la lune, dont la surface, à cause de sa proximité, nous paroît aussi grande que celle du soleil, étant aussi chaude que cet astre dans le temps de l'incandescence générale, envoyoit en ce moment à la terre autant de chaleur que le soleil même ; ce qui fait une seconde compensation qu'on doit ajouter à la première, sans compter la chaleur envoyée dans le même temps par les cinq autres planètes, qui semble devoir ajouter encore quelque chose à cette quantité de chaleur extérieure que reçoit et qu'a reçue la terre dans les temps précédens, abstraction faite de toute compensation par la chaleur extérieure à la perte de la chaleur propre de chaque planète ; elles se seroient donc refroidies dans l'ordre suivant :

A POUVOIR EN TOUCHER LA SURFACE SANS SE BRULER.		A LA TEMPÉRATURE ACTUELLE DE LA TERRE.
Le Globe terrestre.. en	33911 ans.	En... 74047 ans.
La Lune.. en	6432	En... 14176
Mercure.. en	23054	En... 50351
Vénus.... en	40674	En... 88815
Mars..... en	12873	En... 28108
Jupiter... en	108922	En... 237838
Saturne.. en	59276	En... 129434

Mais on verra que ces rapports varieront par la compensation que la chaleur du soleil a faite à la perte de la chaleur propre de toutes les planètes.

Pour estimer la compensation que fait l'accession de cette chaleur extérieure envoyée par le soleil et les planetes, à la perte de la chaleur intérieure de chaque planète en particulier, il faut commencer par évaluer la compensation que la chaleur du soleil seul a faite à la perte de la chaleur propre du globe terrestre. On a fait une estimation assez précise de la chaleur qui émane actuellement de la terre et de celle qui lui vient du soleil ; on a trouvé, par des observations très-exactes, et suivies pendant plusieurs années, que cette chaleur, qui émane du globe terrestre, est en tout temps et en toutes saisons bien plus grande que celle qu'il reçoit du soleil. Dans nos climats, et particulièrement sous le parallèle de Paris, elle paroît être en été vingt-neuf fois et en hiver quatre cent quatre-vingt-onze fois plus grande que la chaleur qui nous vient du soleil. Mais on tomberoit dans l'erreur si l'on vouloit tirer de l'un ou de l'autre de ces rapports, ou même des deux pris ensemble, le rapport réel de la chaleur propre du globe terrestre à celle qui lui vient du soleil, parce que ces rapports ne donnent que les points de la plus grande chaleur de l'été, et de la plus petite chaleur, ou, ce qui est la même chose, du plus grand froid en hiver, et qu'on ignore tous les rapports intermédiaires des autres saisons de l'année. Néanmoins ce ne seroit que de la somme de tous ces rapports soigneusement observés chaque jour, et ensuite réunis, qu'on pourroit tirer la proportion réelle de la chaleur du globe terrestre à celle qui lui vient du soleil ; mais nous pouvons arriver plus aisément à ce même but en prenant le climat de l'équateur, qui n'est pas sujet aux mêmes inconvéniens, parce que les étés, les hivers et toutes les saisons y étant à peu près égales, le rapport de la chaleur solaire à la chaleur terrestre y est constant, et toujours de 1/50, non seulement sous la ligne équatoriale, mais à 5 degrés des deux côtés de cette ligne. On peut donc croire, d'après ces observations, qu'en général la chaleur de la terre est encore aujourd'hui cinquante fois plus grande que la chaleur qui lui vient du soleil. Cette addition ou compensation de 1/50 à la perte de la chaleur propre du globe n'est pas si considérable qu'on auroit été porté à l'imaginer : mais, à mesure que le globe se refroidira davantage, cette même chaleur du soleil fera une plus forte compensation, et deviendra de plus en plus nécessaire au maintien de la nature vivante, comme elle a été de moins en moins utile à mesure qu'on remonte vers les premiers temps ; car, en prenant

74047 ans pour date de la formation de la terre et des planètes, il s'est écoulé peut-être plus de 35000 ans où la chaleur du soleil étoit de trop pour nous, puisque la surface de notre globe étoit encore si chaude au bout de 33911 ans qu'on n'auroit pu la toucher.

Pour évaluer l'effet total de cette compensation, qui est 1/50 aujourd'hui, il faut chercher ce qu'elle a été précédemment, à commencer du premier moment lorsque la terre étoit en incandescence; ce que nous trouverons en comparant la chaleur actuelle du globe terrestre avec celle qu'il avoit dans ce temps. Or nous savons par les expériences de Newton, corrigées dans notre premier mémoire, que la chaleur du fer rouge, qui est à très-peu près égale à celle du verre en incandescence, est huit fois plus grande que la chaleur de l'eau bouillante, et vingt-quatre fois plus grande que celle du soleil en été. Or cette chaleur du soleil en été, à laquelle Newton a comparé les autres chaleurs, est composée de la chaleur propre de la terre et de celle qui lui vient du soleil en été dans nos climats; et comme cette dernière chaleur n'est que 1/29 de la première, il s'ensuit que de 30/30 ou 1, qui représente ici l'unité de la chaleur en été, il n'en appartient au soleil que 1/30, et qu'il en appartient 29/30 à la terre. Ainsi la chaleur du fer rouge, qui a été trouvée vingt-quatre fois plus grande que ces deux chaleurs prises ensemble, doit être augmentée de 1/30 dans la même raison qu'elle est aussi diminuée, et cette augmentation est par conséquent de 24/30 ou de 4/5. Nous devons donc estimer à très-peu près 25 la chaleur du fer rouge, relativement à la chaleur propre et actuelle du globe terrestre qui nous sert d'unité. On peut donc dire que, dans le temps de l'incandescence, il étoit vingt-cinq fois plus chaud qu'il ne l'est aujourd'hui; car nous devons regarder la chaleur du soleil comme une quantité constante ou qui n'a que très-peu varié depuis la formation des planètes. Ainsi, la chaleur actuelle du globe étant à celle de son état d'incandescence :: 1 : 25, et la diminution de cette chaleur s'étant faite en même raison que la succession du temps, dont l'écoulement total depuis l'incandescence est de 74047 ans, nous trouverons, en divisant 74047 par 25, que, tous les 2962 ans environ, cette première chaleur du globe a diminué de 1/25, et qu'elle continuera de diminuer de même jusqu'à ce qu'elle soit entièrement dissipée; en sorte qu'ayant été 25 il y a 74047 ans, et se trouvant aujourd'hui 25/25 ou 1, elle sera dans 74047 autres années 1/25 de ce qu'elle est actuellement.

Mais cette compensation par la chaleur du soleil, étant 1/50 aujourd'hui, étoit vingt-cinq fois plus petite dans le temps que la chaleur du globe étoit vingt-cinq fois plus grande; multipliant donc 1/50 par 1/25, la compensation dans l'état d'incandescence n'étoit que de $\frac{1}{1250}$. Et comme la chaleur primitive du globe a diminué de 1/25 tous les 2962 ans, on doit en conclure que dans les derniers 2962 ans la compensation étant 1/50, et dans les premiers 2962 ans étant $\frac{1}{1250}$, dont la somme est $\frac{26}{1250}$, la compensation des temps suivans et antécédens, c'est-à-dire pendant les 2962 ans précédant les derniers, et pendant les 2962 suivant les premiers, a toujours été égale à $\frac{26}{1250}$; d'où il résulte que la compensation totale pendant les 74047 ans est $\frac{26}{1250}$ multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes de 2962 ans, ce qui donne $\frac{325}{1250}$ ou $\frac{13}{50}$. C'est là toute la compensation que la chaleur du soleil a faite à la perte de la chaleur propre du globe terrestre; cette perte depuis le commencement jusqu'à la fin des 74047 ans étant 25, elle est à la compensation totale comme le temps total de la période est au temps du prolongement du refroidissement pendant cette période de 74047 ans. On aura donc 25 : 13/50 :: 74047 : 770 ans environ. Ainsi, au lieu de 74047 ans, on doit dire qu'il y a 74817 ans que la terre a commencé de recevoir la chaleur du soleil et de perdre la sienne.

Le feu du soleil, qui nous paroît si considérable, n'ayant compensé la perte de la chaleur propre de notre globe que de 13/50 sur 25, depuis le premier temps de sa formation, l'on voit évidemment que la compensation qu'a pu produire la chaleur envoyée par la lune et par les autres planètes à la terre est si petite, qu'on pourroit la négliger sans craindre de se tromper de plus de dix ans sur le prolongement des 74817 ans qui se sont écoulés pour le refroidissement de la terre à la température actuelle. Mais, comme dans un sujet de cette espèce on peut désirer que tout soit démontré, nous ferons la recherche de la compensation qu'a pu produire la chaleur de la lune à la perte de la chaleur du globe de la terre.

La lune se seroit refroidie au point de pouvoir en toucher la surface en 6492 ans, et au point de la température actuelle de la terre en 14176 ans, en supposant que la

terre se fût elle-même refroidie à ce point en 74047 ans ; mais, comme elle ne s'est réellement refroidie à la température actuelle qu'en 74817 ans environ, la lune n'a pu se refroidir de même qu'en 14323 ans environ, en supposant encore que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre. Ainsi sa chaleur étoit, à la fin de cette période de 14323 ans, vingt-cinq fois plus petite que dans le temps de l'incandescence ; et l'on aura, en divisant 14323 par 25, 533 ans environ; en sorte que tous les 533 ans cette première chaleur de la lune a diminué de 1/25, et qu'étant d'abord 25 elle s'est trouvée 25/25 ou 1 au bout de 14323 ans, et de 1/25 au bout de 14323 autres années; d'où l'on peut conclure que la lune, après 28646 ans, auroit été aussi refroidie que la terre le sera dans 74817 ans, si rien n'eût compensé la perte de la chaleur propre de cette planète.

Mais la lune n'a pu envoyer à la terre une chaleur un peu considérable que pendant le temps qu'a duré son incandescence et son état de chaleur, jusqu'au degré de la température actuelle de la terre; et elle seroit en effet arrivée à ce point de refroidissement en 14323 ans, si rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre : mais nous démontrerons tout à l'heure que, pendant cette période de 14323 ans, la chaleur du soleil a compensé la perte de la chaleur de la lune, assez pour prolonger le temps de son refroidissement de 149 ans, et nous démontrerons de même que la chaleur envoyée par la terre à la lune, pendant cette même période de 14323 ans, a prolongé son refroidissement de 1937 ans. Ainsi la période réelle du temps du refroidissement de la lune, depuis l'incandescence jusqu'à la température actuelle de la terre, doit être augmentée de 2086 ans, et se trouve être de 16409 ans au lieu de 14323 ans.

Supposant donc la chaleur qu'elle nous envoyoit, dans le temps de son incandescence, égale à celle qui nous vient du soleil, parce que ces deux astres nous présentent chacun une surface à peu près égale, on verra que cette chaleur envoyée par la lune, étant, comme celle du soleil, 1/50 de la chaleur actuelle du globe terrestre, ne faisoit compensation dans le temps de l'incandescence que de $\frac{1}{1250}$ à la perte de la chaleur intérieure de notre globe, parce qu'il étoit lui-même en incandescence, et qu'alors sa chaleur propre étoit vingt-cinq fois plus grande qu'elle ne l'est aujourd'hui. Or, au bout de 16409 ans, la lune étant refroidie au même point de température que l'est actuellement la terre, la chaleur que cette planète lui envoyoit dans ce temps n'auroit pu faire qu'une compensation vingt-cinq fois plus petite que la première, c'est-à-dire de $\frac{1}{31250}$, si le globe terrestre eût conservé son état d'incandescence ; mais sa première chaleur ayant diminué de 1/25 tous les 2962 ans, elle n'étoit plus que de 19 1/2 environ au bout de 16409 ans. Ainsi la compensation que faisoit alors la chaleur de la lune, au lieu de n'être que de $\frac{1}{31250}$, étoit de $\frac{\frac{19\frac{1}{2}}{25}}{31250}$. En ajoutant ces deux termes de compensation du premier et du dernier temps, c'est-a-dire $\frac{1}{1250}$ avec $\frac{\frac{19\frac{1}{2}}{25}}{31250}$, on aura $\frac{25\frac{19\frac{1}{2}}{25}}{31250}$ pour la somme de ces deux compensations, qui étant multipliée par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donne $\frac{309\frac{3}{4}}{31250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur envoyée par la lune à la terre pendant les 16409 ans. Et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps total de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{309\frac{3}{4}}{31250}$ :: 16409 : 62 $\frac{26}{125}$ environ. Ainsi la chaleur que la lune a envoyée sur le globe terrestre pendant 16409 ans, c'est-à-dire depuis l'état de son incandescence jusqu'à celui où elle avoit une chaleur égale à la température actuelle de la terre, n'a prolongé le refroidissement de notre globe que de 6 ans 1/2 environ, qui étant ajoutés aux 74817 ans, que nous avons trouvés précédemment, font en tout 74823 1/2 environ, qu'on doit encore augmenter de 8 ans, parce que nous n'avons compté que 74047 ans, au lieu de 74817, pour le temps du refroidissement de la terre, et que 74047 ans : 770 :: 770 : 8 ans environ ; et par conséquent on peut réellement assigner 74831 1/2 ou 74832 ans, à très-peu près, pour le temps précis qui s'est écoulé depuis l'incandescence de la terre jusqu'à son refroidissement à la température actuelle.

On voit, par cette évaluation de la chaleur que la lune a envoyée sur la terre, combien

est encore plus petite la compensation que la chaleur des cinq autres planètes a pu faire à la perte de la chaleur intérieure de notre globe : ces cinq planètes, prises ensemble, ne présentent pas à nos yeux une étendue de surface à beaucoup près aussi grande que celle de la lune seule; et quoique l'incandescence des deux grosses planètes ait duré bien plus long temps que celle de la lune, et que leur chaleur subsiste encore aujourd'hui à un très-haut degré, leur éloignement de nous est si grand, qu'elles n'ont pu prolonger le refroidissement de notre globe que d'une si petite quantité de temps, qu'on peut la regarder comme nulle, et qu'on doit s'en tenir aux 74832 ans que nous avons déterminés pour le temps réel du refroidissement de la terre à la température actuelle.

Maintenant il faut évaluer, comme nous l'avons fait pour la terre, la compensation que la chaleur du soleil a faite à la perte de la chaleur propre de la lune, et aussi la compensation que la chaleur du globe terrestre a pu faire à la perte de cette même chaleur de la lune, et démontrer, comme nous l'avons avancé, qu'on doit ajouter 2086 à la période de 14323 ans, pendant laquelle elle auroit perdu sa chaleur propre jusqu'au point de la température actuelle de la terre, si rien n'eût compensé cette perte.

En faisant donc, sur la chaleur du soleil, le même raisonnement pour la lune que nous avons fait pour la terre, on verra qu'au bout de 14323 ans la chaleur du soleil sur la lune n'étoit que comme sur la terre 1/50 de la chaleur propre de cette planète, parce que sa distance au soleil et celle de la terre au même astre sont à très-peu près les mêmes : dès lors sa chaleur, dans le temps de l'incandescence, ayant été vingt-cinq fois plus grande, il s'ensuit que tous les 533 ans cette première chaleur a diminué de 1/25; en sorte qu'étant d'abord 25, elle n'étoit, au bout de 14323 ans, que 25/25 ou 1. Or, la compensation que faisoit la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre de la lune étant 1/50 au bout de 14323 ans, et $\frac{1}{1250}$ dans le temps de son incandescence, on aura, en ajoutant ces deux termes, $\frac{26}{1250}$, lesquels, multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent 13/30 pour la compensation totale pendant cette première période de 14323 ans. Et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 13/50 :: 14323 : 149 ans environ; d'où l'on voit que le prolongement du temps, pour le refroidissement de la lune par la chaleur du soleil, a été de 149 ans pendant cette première période de 14323 ans; ce qui fait en tout 14472 ans pour le temps du refroidissement, y compris le prolongement qu'a produit la chaleur du soleil.

Mais on doit en effet prolonger encore le temps du refroidissement de cette planète, parce que l'on est assuré, même par les phénomènes actuels, que la terre lui envoie une grande quantité de lumière, et en même temps quelque chaleur. Cette couleur terne qui se voit sur la surface de la lune quand elle n'est pas éclairée du soleil, et à laquelle les astronomes ont donné le nom de *lumière cendrée*, n'est, à la vérité, que la réflexion de la lumière solaire que la terre lui envoie; mais il faut que la quantité en soit bien considérable, pour qu'après une double réflexion elle soit encore sensible à nos yeux d'une distance aussi grande. En effet cette lumière est près de seize fois plus grande que la quantité de lumière qui nous est envoyée par la pleine lune, puisque la surface de la terre est pour la lune près de seize fois plus étendue que la surface de cette planète ne l'est pour nous.

Pour me donner l'idée nette d'une lumière seize fois plus forte que celle de la lune, j'ai fait tomber dans un lieu obscur, au milieu des miroirs d'Archimède, trente-deux images de la pleine lune, réunies sur les mêmes objets : la lumière de ces trente-deux images étoit seize fois plus forte que la lumière simple de la lune; car nous avons démontré, par les expériences du sixième mémoire, que la lumière en général ne perd qu'environ moitié par la réflexion sur une surface bien polie. Or cette lumière de trente-deux images de la lune m'a paru éclairer les objets autant et plus que celle du jour, lorsque le ciel est couvert de nuages : il n'y a donc point de nuit pour la face de la lune qui nous regarde, tant que le soleil éclaire la face de la terre qui la regarde elle-même.

Mais cette lumière n'est pas la seule émanation bénigne que la lune ait reçue et reçoive de la terre. Dans le commencement des temps, le globe terrestre étoit pour cette planète un second soleil plus ardent que le premier : comme sa distance à la terre n'est que de quatre-vingt-cinq mille lieues, et que la distance du soleil est d'environ trente-trois millions, la terre faisoit alors sur la lune un feu bien supérieur à celui du soleil,

Nous ferons aisément l'estimation de cet effet en considérant que la terre présente à la lune une surface environ seize fois plus grande que le soleil, et par conséquent le globe terrestre, dans son état d'incandescence, étoit pour la lune un astre seize fois plus grand que le soleil[1]. Or nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre de la lune pendant 14323 ans a été de 13/50, et le prolongement du refroidissement, de 149 ans; mais la chaleur envoyée par la terre en incandescence, étant seize fois plus grande que celle du soleil, la compensation qu'elle a faite alors, étoit donc $\frac{16}{1250}$, parce que la lune étoit elle-même en incandescence, et que sa chaleur propre étoit vingt-cinq fois plus grande qu'elle n'étoit au bout des 14323 ans : néanmoins la chaleur de notre globe ayant diminué de 25 à 20 1/7 environ depuis son incandescence jusqu'à ce même terme de 14323 ans, il s'ensuit que la chaleur envoyée par la terre à la lune dans ce temps n'auroit fait compensation que de $\frac{12\frac{22}{25}}{1250}$ si la lune eût conservé son état d'incandescence; mais sa première chaleur ayant diminué pendant les 14323 ans de 25, la compensation que faisoit alors la chaleur de la terre, au lieu de n'être que de $\frac{12\frac{22}{25}}{1250}$ a été de $\frac{12\frac{22}{25}}{1250}$ multipliés par 25, c'est-à-dire de $\frac{322}{1250}$. En ajoutant ces deux termes de compensation du premier et du dernier temps de cette période de 14323 ans, savoir : $\frac{16}{1250}$ et $\frac{322}{1250}$, on aura $\frac{338}{1250}$ pour la somme de ces deux termes de compensation, qui étant multipliée par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donne $\frac{4225}{1250}$ ou 3 19/50 pour la compensation totale qu'a faite la chaleur envoyée par la terre à la lune pendant les 14323 ans; et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : 3 19/59 :: 14323 : 1937 ans environ. Ainsi la chaleur de la terre a prolongé de 1937 ans le refroidissement de la lune pendant la première période de 14323 ans; et la chaleur du soleil l'ayant aussi prolongé de 149 ans, la période du temps réel qui s'est écoulé depuis l'incandescence jusqu'au refroidissement de la lune à la température actuelle de la terre, est de 16409 ans environ.

Voyons maintenant combien la chaleur du soleil et celle de la terre ont compensé la perte de la chaleur propre de la lune dans la période suivante, c'est-à-dire pendant les 14323 ans qui se sont écoulés depuis la fin de la première période, où sa chaleur auroit été égale à la température actuelle de la terre, si rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre.

La compensation par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre de la lune étoit 1/50 au commencement, et 25/50 à la fin de cette seconde période. La somme de ces deux termes est 26/50, qui, étant multipliée par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donne $\frac{325}{50}$ ou 6 1/2, pour la compensation totale par la chaleur du soleil pendant la seconde période de 14323 ans. Mais la lune ayant perdu, pendant ce temps, 25 de sa chaleur propre, et la perte de la chaleur propre étant à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 6 1/2 :: 14323 : 3724 ans. Ainsi le prolongement du temps pour le refroidissement de la lune par la chaleur du soleil, ayant été de 149 ans dans la première période, a été de 3728 ans pour la seconde période de 14323 ans.

Et à l'égard de la compensation produite

1. On peut encore présenter d'une autre manière qui paroîtra peut-être plus claire les raisonnemens et les calculs ci-dessus. On sait que le diamètre du soleil est à celui de la terre :: 107 : 1, leurs surfaces :: 11,449 : 1, et leurs volumes :: 1225043 : 1.

Le soleil, qui est à peu près éloigné de la terre et de la lune également, leur envoie à chacune une certaine quantité de chaleur, laquelle, comme celle de tous les corps chauds, est en raison de la surface et non pas du volume. Supposant donc le soleil divisé en 1225043 petits globes, chacun gros comme la terre, la chaleur que chacun de ces petits globes enverroit à la lune seroit à celle que le soleil lui envoie comme la surface d'un de ces petits globes est à la surface du soleil, c'est-à-dire :: 1 : 11449. Mais, en mettant ce petit globe de feu à la place de la terre, il est évident que la chaleur sera augmentée dans la même raison que l'espace sera diminué. Or la distance du soleil et celle de la terre à la lune sont entre elles :: 7200 : 17, dont les carrés sont :: 51,840,000 : 289. Donc la chaleur que le petit globe de feu placé à 85,000 lieues de distance de la lune lui enverroit, seroit à celle qu'il lui envoyoit auparavant :: 179,377 : 1. Mais nous avons vu que la surface de ce petit globe n'étoit à celle du soleil que :: 1 : 11,449; ainsi la quantité de chaleur que sa surface enverroit vers la lune est 11,449 fois plus petite que celle du soleil. Divisant donc 179,377 par 11,449, il se trouve que cette chaleur envoyée par la terre en incandescence à la lune étoit 15 2/3, c'est-à-dire environ seize fois plus forte que celle du soleil.

par la chaleur de la terre, pendant cette même seconde période de 14323 ans, nous avons vu qu'au commencement de cette seconde période, la chaleur propre du globe terrestre étant de 20 1/7, la compensation qu'elle a faite alors a été de $\frac{322\frac{2}{7}}{1250}$. Or la chaleur de la terre ayant diminué pendant cette seconde période de 20 1/7 à 15 2/7, la compensation n'eût été que $\frac{244\frac{13}{28}}{1250}$ environ à la fin de cette seconde période, si la lune eût conservé le degré de chaleur qu'elle avoit au commencement de cette même période: mais comme sa chaleur propre a diminué de 25/25 à 1/25 pendant cette seconde période, la compensation produite par la chaleur de la terre, au lieu de n'être que $\frac{244\frac{13}{28}}{1250}$, a été de $\frac{6111\frac{17}{28}}{1250}$ à la fin de cette seconde période; ajoutant les deux termes de compensation du premier et du dernier temps de cette seconde période, c'est-à-dire $\frac{322\frac{1}{7}}{1250}$ et $\frac{6111\frac{17}{28}}{1250}$, on aura $\frac{6433\frac{6}{7}}{1250}$, qui, étant multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{80423}{1250}$ ou 64 1/3 environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur envoyée par la terre à la lune dans cette seconde période; et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 64 1/3 :: 14323 : 38057 ans environ. Ainsi le prolongement du refroidissement de la lune par la chaleur de la terre, qui a été de 1937 ans pendant la première période, se trouve de 38057 ans environ pour la seconde période de 14323 ans.

A l'égard du moment où la chaleur envoyée par le soleil à la lune a été égale à sa chaleur propre, il ne s'est trouvé ni dans la première ni dans la seconde période de 14323 ans, mais dans la troisième précisément, au second terme de cette troisième période, qui, multiplié par 572 23/25, donne 1145 21/25, lesquels, ajoutés aux 28646 années des deux périodes, font 29791 ans 21/25. Ainsi, c'est dans l'année 29792 de la formation des planètes que l'accession de la chaleur du soleil a commencé à égaler, et ensuite surpasser la déperdition de la chaleur propre de la lune.

Le refroidissement de cette planète a donc été prolongé pendant la première période, 1° de 149 ans par la chaleur du soleil; 2° de 1937 ans par la chaleur de la terre; et, dans la seconde période, le refroidissement de la lune a été prolongé, 3° de 3724 ans par la chaleur du soleil, et 4° de 38057 ans par la chaleur de la terre. En ajoutant ces quatre termes, on aura 43867 ans, qui, étant joints aux 28646 ans des deux périodes, font en tout 72513 ans: d'où l'on voit que c'a été dans l'année 72513, c'est-à-dire il y a 2318 ans, que la lune a été refroidie au point de 1/25 de la température actuelle du globe de la terre.

La plus grande chaleur que nous ayons comparée à celle du soleil ou de la terre est la chaleur du fer rouge; et nous avons trouvé que cette chaleur extrême n'est néanmoins que vingt-cinq fois plus grande que la chaleur actuelle du globe de la terre; en sorte que notre globe, lorsqu'il étoit en incandescence, ayant 25 de chaleur, n'en a plus que la vingt-cinquième partie, c'est-à-dire 25/25 ou 1; et, en supposant la première période de 74047 ans, on doit conclure que, dans une seconde période semblable de 74047 ans, cette chaleur ne sera plus que 1/25 de ce qu'elle étoit à la fin de la première période, c'est-à-dire il y a 785 ans. Nous regarderons le terme 1/25 comme celui de la plus petite chaleur, de la même façon que nous avons pris 25 comme celui de la plus forte chaleur dont un corps solide puisse être pénétré. Cependant ceci ne doit s'entendre que relativement à notre propre nature et à celle des êtres organisés: car cette chaleur 1/25 de la température actuelle de la terre est encore double de celle qui nous vient du soleil; ce qui fait une chaleur considérable, et qui ne peut être regardée comme très-petite que relativement à celle qui est nécessaire au maintien de la nature vivante; car il est démontré, même par ce que nous venons d'exposer, que si la chaleur actuelle de la terre étoit vingt-cinq fois plus petite qu'elle ne l'est, toutes les matieres fluides du globe seroient gelées, et que ni l'eau, ni la sève, ni le sang, ne pourroient circuler; et c'est par cette raison que j'ai regardé le terme 1/25 de la chaleur actuelle du globe comme le point de la plus petite chaleur, relativement à la nature organisée, puisque de la même manière qu'elle ne peut naître dans le feu, ni exister dans la très-grande chaleur, elle ne peut de même subsister sans chaleur ou dans une trop petite chaleur. Nous tâcherons d'indiquer plus précisément les termes de froid et de chaud où les êtres vivans cesseroient d'exister: mais il faut voir auparavant comment se fera

le progrès du refroidissement du globe terrestre jusqu'à ce point 1/25 de sa chaleur actuelle.

Nous avons deux périodes de temps, chacune de 74047 ans, dont la première est écoulée, et a été prolongée de 785 ans par l'accession de la chaleur du soleil et de celle de la lune. Dans cette première période, la chaleur propre de la terre s'est réduite de 25 à 1; et dans la seconde période, elle se réduira de 1 à 1/25. Or nous n'avons à considérer dans cette seconde période que la compensation de la chaleur du soleil; car on voit que la chaleur de la lune est depuis long-temps si foible, qu'elle ne peut envoyer à la terre qu'une si petite quantité, qu'on doit la regarder comme nulle. Or la compensation par la chaleur du soleil étant 1/50 à la fin de la première période de la chaleur propre de la terre, sera par conséquent 25/50 à la fin de la seconde période de 74047 ans : d'où il résulte que la compensation totale que produira la chaleur du soleil pendant cette seconde période sera $\frac{325}{50}$ ou 6 1/2; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 6 1/2 :: 74047 : 19252 environ. Ainsi la chaleur du soleil qui a prolongé le refroidissement de la terre de 770 ans pour la première période, le prolongera pour la seconde de 19252 ans.

Et le moment où la chaleur du soleil sera égale à la chaleur propre de la terre ne se trouvera pas encore dans cette seconde période, mais au second terme d'une troisième période de 74047 ans; et comme chaque terme de ces périodes est de 2962 ans, en les multipliant par 2, on a 5924 ans, lesquels ajoutés aux 148094 ans des deux premières périodes, il se trouve que ce ne sera que dans l'année 154018 de la formation des planètes que la chaleur envoyée du soleil à la terre sera égale à sa chaleur propre.

Le refroidissement du globe terrestre a donc été prolongé de 776 ans 1/2 pour la première période, tant par la chaleur du soleil que par celle de la lune, et il sera encore prolongé de 19252 ans par la chaleur du soleil pour la seconde période de 74047 ans. Ajoutant ces deux termes aux 148094 ans des deux périodes, on voit que ce ne sera que dans l'année 168123 de la formation des planètes, c'est-à-dire dans 93291 ans que la terre sera refroidie au point de 1/25 de la température actuelle, tandis que la lune l'a été dans l'année 72514, c'est-à-dire il y a 2318 ans, et l'auroit été bien plus tôt si elle ne tiroit, comme la terre, des secours de chaleur que du soleil, et si celle que lui a envoyée la terre n'avoit pas retardé son refroidissement beaucoup plus que celle du soleil.

Recherchons maintenant quelle a été la compensation qu'a faite la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre des cinq autres planètes.

Nous avons vu que Mercure, dont le diamètre n'est que 1/3 de celui du globe terrestre, se seroit refroidi au point de notre température actuelle en 50351 ans, dans la supposition que la terre se fût refroidie à ce même point en 74047 ans; mais, comme elle ne s'est réellement refroidie à ce point qu'en 74832 ans, Mercure n'a pu se refroidir de même qu'en 50884 ans 5/7 environ, et cela, en supposant encore que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre. Mais sa distance au soleil étant à celle de la terre au même astre :: 4 : 10, il s'ensuit que la chaleur qu'il reçoit du soleil, en comparaison de celle que reçoit la terre, est :: 100 : 16, ou :: 6 1/4 : 1. Dès lors la compensation qu'a faite la chaleur du soleil lorsque cette planète étoit à la température actuelle de la terre, au lieu de n'être que 1/50, étoit $\frac{6\frac{1}{4}}{50}$, et dans le temps de son incandescence, c'est-à-dire 50884 ans 5/7 auparavant, cette compensation n'étoit que $\frac{6\frac{1}{4}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{6\frac{1}{4}}{50}$ et $\frac{6\frac{1}{4}}{1250}$ du premier et du dernier temps de cette période, on aura $\frac{162\frac{1}{2}}{1250}$, qui étant multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{2031\frac{1}{4}}{1250}$ ou $1\,\frac{781\frac{1}{4}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période de 50884 ans 5/7; et, comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $1\,\frac{781\frac{1}{4}}{1250}$ :: 50884 5/7 : 3307 ans 1/2 environ. Ainsi le temps dont la chaleur du soleil a prolongé le refroidissement de Mercure a été de 3307 ans 1/2 pour la première période de 50884 ans 5/7; d'où l'on voit que ç'a été dans l'année 54193

de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 20640 ans, que Mercure jouissoit de la même température dont jouit aujourd'hui la terre.

Mais, dans la seconde période, la compensation étant au commencement $\frac{6\frac{1}{4}}{50}$, et à la fin $\frac{156\frac{1}{4}}{50}$, on aura, en ajoutant ces temps, $\frac{162\frac{1}{2}}{50}$, qui étant multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{2031\frac{1}{4}}{50}$ ou 40 5/8 pour la compensation totale par la chaleur du soleil dans cette seconde période; et, comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : 40 5/8 :: 50884 5/7 : 82688 ans environ. Ainsi le temps dont la chaleur du soleil a prolongé et prolongera celui du refroidissement de Mercure, ayant été de 3307 ans 1/2 dans la première période, sera pour la seconde de 82688 ans.

Le moment où la chaleur du soleil s'est trouvée égale à la chaleur propre de cette planète est au huitième terme de cette seconde période qui, multiplié par 2035 1/51 environ, nombre des années de chaque terme de cette période, donne 16283 ans environ, lesquels étant ajoutés aux 50884 ans 5/7 de la période, c'a été dans l'année 67167 de la formation des planètes que la chaleur du soleil a commencé de surpasser la chaleur propre de Mercure.

Le refroidissement de cette planète a donc été prolongé de 3307 ans 1/2 pendant la première période de 50884 ans 1/2, et sera prolongé de même par la chaleur du soleil de 82688 ans pour la seconde période. Ajoutant ces deux nombres d'années à celui des deux périodes, on aura 187765 ans environ: d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 187765 de la formation des planètes que Mercure sera refroidi à 1/25 de la température actuelle de la terre.

Vénus, dont le diamètre est 17/18 de celui de la terre, se seroit refroidie au point de notre température actuelle en 88815 ans, dans la supposition que la terre se fût refroidie à ce même point en 74047 ans; mais comme elle ne s'est réellement refroidie à la température actuelle qu'en 74832 ans, Vénus n'a pu se refroidir de même qu'en 89757 ans environ, en supposant encore que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre. Mais sa distance au soleil étant à celle de la terre au même astre comme 7 sont à 10, il s'ensuit que la chaleur que Vénus reçoit du soleil, en comparaison de celle que reçoit la terre, est :: 100 : 49. Dès lors la compensation que fera la chaleur du soleil lorsque cette planète sera à la température actuelle de la terre, au lieu de n'être que 1/50, sera $\frac{2\frac{1}{50}}{50}$; et dans le temps de son incandescence, cette compensation n'a été que $\frac{2\frac{1}{50}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes de compensation du premier et du dernier temps de cette première période de 89757 ans, on aura $\frac{52\frac{1}{50}}{1250}$, qui étant multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{656\frac{1}{2}}{5250}$, pour la compensation totale qu'a faite et que fera la chaleur du soleil pendant cette première période de 89757 ans; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{626\frac{1}{2}}{1250}$ :: 89757 : 1885 ans 1/2 environ. Ainsi le prolongement du refroidissement de cette planète par la chaleur du soleil sera de 1885 ans 1/2 environ pendant cette première période de 89757 ans : d'où l'on voit que ce sera dans l'année 91643 de la formation des planètes, c'est-à-dire dans 16811 ans, que cette planète jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre.

Dans la seconde période, la compensation étant au commencement $\frac{2\frac{1}{50}}{50}$, et à la fin $\frac{50\frac{1}{2}}{50}$, on aura, en ajoutant ces termes, $\frac{52\frac{13}{25}}{50}$ qui, multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{656\frac{1}{2}}{50}$ ou 13 $\frac{13}{100}$ pour la compensation totale par la chaleur du soleil pendant cette seconde période; et, comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 13 $\frac{13}{100}$ :: 89757 : 47140 ans 9/25 environ. Ainsi le temps dont la chaleur du soleil a prolongé le refroidissement de Vénus, étant pour la première période de 1885 ans 1/2,

sera pour la seconde de 47140 ans 9/25 environ.

Le moment où la chaleur du soleil sera égale à la chaleur propre de cette planète se trouve au 24 $\frac{76}{101}$, terme de l'écoulement du temps de cette seconde période, qui multiplié par 3590 7/25 environ, nombre des années de chaque terme de ces périodes de 89757 ans, donne 86167 ans 7/25 environ, lesquels étant ajoutés aux 89757 ans de la période, on voit que ce ne sera que dans l'année 175924 de la formation des planètes que la chaleur du soleil sera égale à la chaleur propre de Vénus.

Le refroidissement de cette planète sera donc prolongé de 1885 ans 1/2 pendant la première période de 89757 ans, et sera prolongé de même de 47140 ans 9/25 dans la seconde période. En ajoutant ces deux nombres d'années à celui des deux périodes, qui est de 179514 ans, on voit que ce ne sera que dans l'année 228540 de la formation des planètes que Vénus sera refroidie à 1/25 de la température actuelle de la terre.

Mars, dont le diamètre est 13/25 de celui de la terre, se seroit refroidi au point de notre température actuelle en 28108 ans, dans la supposition que la terre se fût refroidie à ce même point en 74047 ans; mais, comme elle ne s'est réellement refroidie à ce point qu'en 74832 ans, Mars n'a pu se refroidir qu'en 28406 ans environ, en supposant encore que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre. Mais sa distance au soleil étant à celle de la terre au même astre :: 15 : 10, il s'ensuit que la chaleur qu'il reçoit du soleil, en comparaison de celle que reçoit la terre, est :: 100 : 225, ou :: 4 : 9. Dès lors la compensation qu'a faite la chaleur du soleil lorsque cette planète étoit à la température actuelle de la terre, au lieu d'être 1/50, n'étoit que $\frac{\frac{4}{9}}{50}$; et dans le temps de l'incandescence, cette compensation n'étoit que $\frac{\frac{4}{9}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes de compensation du premier et du dernier temps de cette premiere période de 28406 ans, on aura $\frac{\frac{104}{9}}{1250}$, qui étant multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{9}}{1250}$ ou $\frac{144\frac{4}{9}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période; et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{144\frac{4}{9}}{1250}$ :: 28406 : 131 ans 5/10 environ. Ainsi le temps dont la chaleur du soleil a prolongé le refroidissement de Mars a été d'environ 131 ans 3/10 pour la première période de 28406 ans : d'où l'on voit que c'a été dans l'année 28538 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 46294 ans, que Mars étoit à la température actuelle de la terre.

Mais, dans la seconde période, la compensation étant au commencement $\frac{\frac{4}{9}}{50}$, et à la fin $\frac{\frac{100}{9}}{50}$, on aura, en ajoutant ces termes, $\frac{\frac{104}{9}}{50}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{9}}{50}$ ou $\frac{144\frac{4}{9}}{50}$ pour la compensation totale par la chaleur du soleil pendant cette seconde période; et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{144\frac{4}{9}}{50}$ :: 28406 : 3382 ans $\frac{59}{125}$ environ. Ainsi le temps dont la chaleur du soleil a prolongé le refroidissement de Mars dans la première période, ayant été de 131 ans 3/10, sera dans la seconde de 3382 ans $\frac{59}{125}$.

Le moment où la chaleur du soleil s'est trouvée égale à la chaleur propre de cette planète est au 12 1/2, terme de l'écoulement du temps dans cette seconde période, qui multiplié par 1136 6/25, nombre des années de chaque terme de ces périodes, donne 14203 ans, lesquels étant ajoutés aux 28406 ans de la première période, on voit que c'a été dans l'année 32609 de la formation des planètes que la chaleur du soleil a été égale

à la chaleur propre de cette planète, et que depuis ce temps elle l'a toujours surpassée.

Le refroidissement de Mars a donc été prolongé, par la chaleur du soleil, de 131 ans 3/10 pendant la première période, et l'a été dans la seconde période de 3382 ans $\frac{59}{125}$. Ajoutant ces deux termes à la somme des deux périodes, on aura 60325 ans $\frac{19}{390}$ environ : d'où l'on voit que c'a été dans l'année 60326 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 14506 ans, que Mars a été refroidi à 1/25 de la chaleur actuelle de la terre.

Jupiter, dont le diamètre est onze fois plus grand que celui de la terre, et sa distance au soleil :: 52 : 10, ne se refroidira au point de la terre qu'en 237838 ans, abstraction faite de toute compensation que la chaleur du soleil et celle de ses satellites ont pu et pourront faire à la perte de sa chaleur propre, et surtout en supposant que la terre se fût refroidie au point de la température actuelle en 74047 ans ; mais, comme elle ne s'est réellement refroidie à ce point qu'en 74832 ans, Jupiter ne pourra se refroidir au même point qu'en 240358 ans. Et en ne considérant d'abord que la compensation faite par la chaleur du soleil sur cette grosse planète, nous verrons que la chaleur qu'elle reçoit du soleil est à celle qu'en reçoit la terre :: 100 : 2704, ou :: 25 : 676. Dès lors la compensation que fera la chaleur du soleil lorsque Jupiter sera refroidi à la température actuelle de la terre, au lieu d'être 1/50, ne sera que $\frac{\frac{25}{676}}{50}$; et dans le temps de l'incandescence, cette compensation n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes de compensation du premier et du dernier temps de cette première période de 240358 ans, on a $\frac{\frac{650}{676}}{1250}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{8123}{676}}{1250}$ ou $\frac{12\frac{11}{676}}{1250}$ pour la compensation totale que fera la chaleur du soleil pendant cette première période de 240358 ans ; et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{12\frac{13}{676}}{1250}$ :: 240358 : 93 ans environ. Ainsi le temps dont la chaleur du soleil prolongera le refroidissement de Jupiter ne sera que de 93 ans pour la première période de 240358 ans : d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 240451 de la formation des planètes, c'est-à-dire dans 165619 ans, que le globe de Jupiter sera refroidi au point de la température actuelle du globe de la terre.

Dans la seconde période, la compensation, étant au commencement $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, sera à la fin $\frac{\frac{625}{676}}{50}$. En ajoutant ces deux termes, on aura $\frac{\frac{650}{676}}{50}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{8125}{676}}{50}$ ou $\frac{12\frac{11}{676}}{50}$ pour la compensation totale par la chaleur du soleil pendant cette seconde période ; et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{12\frac{11}{676}}{50}$ :: 240358 : 2311 ans environ. Ainsi le temps dont la chaleur du soleil prolongera le refroidissement de Jupiter, n'étant que de 93 ans dans la première période, sera de 2311 ans pour la seconde période de 240358 ans.

Le moment où la chaleur du soleil se trouvera égale à la chaleur propre de cette planète est si éloigné, qu'il n'arrivera pas dans cette seconde période, ni même dans la troisième, quoiqu'elles soient chacune de 240358 ans ; en sorte qu'au bout de 721074 ans la chaleur propre de Jupiter sera encore plus grande que celle qu'il reçoit du soleil.

Car, dans la troisième période, la compensation étant au commencement $\frac{\frac{625}{676}}{50}$, elle

sera à la fin de cette même troisième période $\frac{25\frac{77}{676}}{50}$; ce qui démontre qu'à la fin de cette troisième période, où la chaleur de Jupiter ne sera que $\frac{1}{625}$ de la chaleur actuelle de la terre, elle sera néanmoins de près de moitié plus forte que celle du soleil; en sorte que ce ne sera que dans la quatrième période, où le moment entre l'égalité de la chaleur du soleil et celle de la chaleur propre de Jupiter se trouvera au $2\frac{102}{625}$, terme de l'écoulement du temps dans cette quatrième période, qui multiplié par 9614 1/25, nombre des années de chaque terme de ces périodes de 240358 ans, donne 19228 ans 4/5 environ, lesquels, ajoutés aux 721074 ans des trois périodes précédentes, font en tout 740302 ans 4/5 : d'où l'on voit que ce ne sera que dans ce temps prodigieusement éloigné que la chaleur du soleil sur Jupiter se trouvera égale à sa chaleur propre.

Le refroidissement de cette grosse planète sera donc prolongé, par la chaleur du soleil, de 93 ans pour la première période, et de 2311 ans pour la seconde. Ajoutant ces deux nombres d'années aux 480716 des deux premières périodes, on aura 483120 ans : d'où il résulte que ce ne sera que dans l'année 483121 de la formation des planètes que Jupiter pourra être refroidi à 1/25 de la température actuelle de la terre.

Saturne, dont le diamètre est à celui du globe terrestre :: 9 1/2 : 1, et dont la distance du soleil est à celle de la terre au même astre aussi :: 9 1/2 : 1, perdroit de sa chaleur propre, au point de la température actuelle de la terre, en 129434 ans, dans la supposition que la terre se fût refroidie à ce même point en 74047 ans; mais, comme elle ne s'est réellement refroidie à la température actuelle qu'en 74832 ans, Saturne ne se refroidira qu'en 130806 ans, en supposant encore que rien ne compenseroit la perte de sa chaleur propre. Mais la chaleur du soleil, quoique très-foible à cause de son grand éloignement, la chaleur de ses satellites, celle de son anneau, et même celle de Jupiter, duquel il n'est qu'à une distance médiocre en comparaison de son éloignement du soleil, ont dû faire quelque compensation à la perte de sa chaleur propre, et par conséquent prolonger un peu le temps de son refroidissement.

Nous ne considérerons d'abord que la compensation qu'a dû faire la chaleur du soleil. Cette chaleur que reçoit Saturne est à celle que reçoit la terre :: 100 : 9025, ou :: 4 : 361. Dès lors la compensation que fera la chaleur du soleil lorsque cette planète sera refroidie à la température actuelle de la terre, au lieu d'être 1/50, ne sera que $\frac{\frac{4}{361}}{50}$; et dans le temps de l'incandescence, cette compensation n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes, on aura $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ pour la compensation totale que fera la chaleur du soleil dans les 130806 ans de la première période; et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ :: 130806 : 15 ans environ. Ainsi la chaleur du soleil ne prolongera le refroidissement de Saturne que de 15 ans pendant cette première période de 130806 ans : d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 130821 de la formation des planètes, c'est-à-dire dans 55989 ans, que cette planète pourra être refroidie au point de la température actuelle de la terre.

Dans la seconde période, la compensation pour la chaleur envoyée du soleil, étant au commencement $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, sera, à la fin de cette même période, $\frac{\frac{100}{361}}{50}$. Ajoutant ces deux termes de compensation du premier et du dernier temps par la chaleur du soleil dans cette seconde période, on aura $\frac{\frac{104}{361}}{50}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{50}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{50}$, pour la compensation totale que fera la chaleur du soleil pendant cette seconde pé-

riode; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps total de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{3\frac{217}{361}}{50}$ :: 130806 : 377 ans environ. Ainsi le temps dont la chaleur du soleil prolongera le refroidissement de Saturne, étant de 15 ans pour la première période, sera de 377 ans pour la seconde. Ajoutant ensemble les 15 ans et les 377 ans dont la chaleur du soleil prolongera le refroidissement de Saturne pendant les deux périodes de 130806 ans, on verra que ce ne sera que dans l'année 252020 de la formation des planètes, c'est-à-dire dans 187188 ans, que cette planète pourra être refroidie à 1/25 de la chaleur actuelle de la terre.

Dans la troisième période, le premier terme de la compensation par la chaleur du soleil étant $\frac{\frac{100}{261}}{50}$ au commencement, et à la fin $\frac{\frac{2500}{361}}{50}$ ou $\frac{6\frac{334}{361}}{50}$, on voit que ce ne sera pas encore dans cette troisième période qu'arrivera le moment où la chaleur du soleil sera égale à la chaleur propre de cette planète, quoiqu'à la fin de cette troisième période elle aura perdu de sa chaleur propre, au point d'être refroidie à $\frac{1}{625}$ de la température actuelle de la terre. Mais ce moment se trouvera au septième terme 11/50 de la quatrième période, qui multiplié par 5232 ans 6/25, nombre des années de chaque terme de ces périodes de 130806 ans, donne 37776 ans 19/23, lesquels étant ajoutés au trois premières périodes dont la somme est 392418 ans, font 430194 ans 10/25 : d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 430195 de la formation des planètes que la chaleur du soleil se trouvera égale à la chaleur propre de Saturne.

Les périodes des temps du refroidissement de la terre et des planètes sont donc dans l'ordre suivant :

	REFROIDIES à la TEMPÉRATURE ACTUELLE.	REFROIDIES à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle.
LA TERRE..	en 74832 ans.	En... 168123 ans.
LA LUNE...	en 16409	En... 72513
MERCURE...	en 54192	En... 187765
VÉNUS.....	en 91643	En... 228540
MARS......	en 28538	En... 60326
JUPITER....	en 240451	En... 483121
SATURNE...	en 130821	En... 262020

On voit, en jetant un coup d'œil sur ces rapports, que, dans notre hypothèse, la lune et Mars sont actuellement les planètes les plus froides; que Saturne, et surtout Jupiter, sont les plus chaudes; que Vénus est encore bien plus chaude que la terre; et que Mercure, qui a commencé depuis long-temps à jouir d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la terre, est encore actuellement et sera pour long-temps au degré de chaleur qui est nécessaire pour le maintien de la nature vivante, tandis que la lune et Mars sont gelés depuis long-temps, et par conséquent impropres, depuis ce même temps, à l'existence des êtres organisés.

Je ne peux quitter ces grands objets sans rechercher encore ce qui s'est passé et se passera dans les satellites de Jupiter et de Saturne, relativement au temps du refroidissement de chacun en particulier. Les astronomes ne sont pas absolument d'accord sur la grandeur relative de ces satellites : et, pour ne parler d'abord que de ceux de Jupiter, Whiston a prétendu que le troisième de ses satellites étoit le plus grand de tous, et il l'a estimé de la même grosseur à peu près que le globe terrestre; ensuite il dit que le premier est un peu plus gros que Mars, le second un peu plus grand que Mercure, et que le quatrième n'est guère plus grand que la lune. Mais notre plus illustre astronome (Dominique Cassini) a jugé, au contraire, que le quatrième satellite étoit le plus grand de tous. Plusieurs causes concourent à cette incertitude sur la grandeur des satellites de Jupiter et de Saturne : j'en indiquerai quelques-unes dans la suite; mais je me dispenserai d'en faire ici l'énumération et la discussion, ce qui m'éloigneroit trop de mon sujet : je me contenterai de dire qu'il me paroît plus que probable que les satellites les plus éloignés de leur planète principale sont réellement les

plus grands, de la même manière que les planètes les plus éloignées du soleil sont aussi les plus grosses. Or les distances des quatre satellites de Jupiter, à commencer par le plus voisin, qu'on appelle le premier, sont, à très-peu près, comme 5 2/3, 9, 14 1/3, 25 1/4; et leur grandeur n'étant pas encore bien déterminée, nous supposerons, d'après l'analogie dont nous venons de parler, que le plus voisin ou le premier n'est que de la grandeur de la lune, le second de celle de Mercure, le troisième de la grandeur de Mars, et le quatrième de celle du globe de la terre; et nous allons rechercher combien le bénéfice de la chaleur de Jupiter a compensé la perte de leur chaleur propre.

Pour cela nous regarderons comme égale la chaleur envoyée par le soleil à Jupiter et à ses satellites, parce qu'en effet leurs distances à cet astre de feu sont à peu près les mêmes. Nous supposerons aussi, comme chose très-plausible, que la densité des satellites de Jupiter est égale à celle de Jupiter même[1].

Cela posé, nous verrons que le premier satellite, grand comme la lune, c'est-à-dire qui n'a que 3/11 du diametre de la terre, se seroit consolidé jusqu'au centre en 792 ans 3/11, refroidi au point de pouvoir le toucher en 9248 ans 5/11, et au point de la température actuelle de la terre en 20194 ans 7/11, si la densité de ce satellite n'étoit pas différente de celle de la terre; mais, comme la densité du globe terrestre est à celle de Jupiter ou de ses satellites :: 1000 : 292, il s'ensuit que le temps employé à la consolidation jusqu'au centre et au refroidissement doit être diminué dans la même raison, en sorte que ce satellite se sera consolidé en 231 ans $\frac{43}{125}$, refroidi au point d'en pouvoir toucher la surface en 2690 ans 2/3, et qu'enfin il auroit perdu assez de sa chaleur propre pour être refroidi à la température actuelle de la terre en 5897 ans, si rien n'eût compensé cette perte de sa chaleur propre. Il est vrai qu'à cause du grand éloignement du soleil, la chaleur envoyée par cet astre sur les satellites ne pourroit faire qu'une très-légère compensation, telle que nous l'avons vue sur Jupiter même. Mais la chaleur que Jupiter envoyoit à ses satellites étoit prodigieusement grande, surtout dans les premiers temps; et il est très-nécessaire d'en faire ici l'évaluation.

Commençant par celle du soleil, nous verrons que cette chaleur envoyée du soleil étant en raison inverse du carré des distances, la compensation qu'elle a faite, dans le temps de l'incandescence, n'étoit que $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période de 5897 ans, cette compensation n'étoit que $\frac{\frac{25}{676}}{50}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ du premier et du dernier temps de cette première période de 5897 ans, on aura $\frac{\frac{650}{676}}{1250}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{8125}{676}}{1250}$ ou $\frac{12\frac{11}{676}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{12\frac{11}{676}}{1250}$ :: 5897 : 2 ans 4/15. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du soleil pendant cette première période de 5897 ans n'a été que de 2 ans 97 jours.

Mais la chaleur de Jupiter, qui étoit 25 dans le temps de l'incandescence, n'avoit diminué au bout de la période de 5897 ans que de 14/23 environ, et elle étoit encore alors 24 9/23; et comme ce satellite n'est éloigné de sa planète principale que de 5 2/3 demi-diamètres de Jupiter, ou de 62 1/2 demi-diamètres terrestres, c'est-à-dire de 89292 lieues, tandis que sa distance au soleil est de 171 millions 600 mille lieues, la chaleur envoyée par Jupiter à son premier satellite auroit été à la chaleur envoyée par le soleil à ce même satellite comme le carré de 171600000 est au carré de 89292, si la surface que Jupiter présente à ce satellite étoit égale à la surface que lui présente le soleil: mais la surface de Jupiter, qui n'est dans le réel que $\frac{121}{11449}$ de celle du soleil, paroît néanmoins à ce satellite plus grande que ne lui paroît celle de cet astre dans le rapport inverse du carré des distances; on

1. Quand même on se refuseroit à cette supposition de l'égalité de densité dans Jupiter et ses satellites, cela ne changeroit rien à ma théorie, et les résultats du calcul seroient seulement un peu différens; mais le calcul lui-même ne seroit pas plus difficile à faire.

aura donc $(89292)^2 : (171600000)^2 :: \frac{121}{11449} : 39032\ 1/2$ environ. Donc la surface que présente Jupiter à ce satellite étant 39032 fois 1/2 plus grande que celle que lui présente le soleil, cette grosse planète dans le temps de l'incandescence étoit pour son premier satellite un astre de feu 39032 fois 1/2 plus grand que le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite n'étoit que $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, lorsqu'au bout de 5897 ans il se seroit refroidi à la température actuelle de la terre par la déperdition de sa chaleur propre, et que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation par la chaleur du soleil n'a été que de $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$: il faut donc multiplier ces deux termes de compensation par 39032 1/2, et l'on aura $\frac{1443\frac{1}{2}}{1250}$ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Jupiter dès le commencement de cette période dans le temps de l'incandescence, et $\frac{1443\frac{1}{2}}{50}$ pour la compensation que Jupiter auroit faite à la fin de cette même période de 5897 ans, s'il eût conservé son état d'incandescence. Mais, comme sa chaleur propre a diminué de 25 à 24 9/23 pendant cette même période, la compensation à la fin de la période, au lieu d'être $\frac{1443\frac{1}{2}}{50}$, n'a été que $\frac{1408\frac{203}{578}}{50}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{1408\frac{203}{565}}{50}$ et $\frac{1443\frac{1}{2}}{1256}$ de la compensation dans le premier et le dernier temps de la période, on a $\frac{36652\frac{3}{19}}{1250}$, lesquels multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{458153\frac{3}{4}}{1250}$, ou 366 1/2 environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Jupiter à la perte de la chaleur propre de son premier satellite pendant cette première période de 5897 ans; et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 366 1/2 :: 5897 : 86450 ans 1/50. Ainsi le temps dont la chaleur envoyée par Jupiter à son premier satellite a prolongé son premier refroidissement pendant cette première période est de 86450 ans 1/50; et le temps dont la chaleur du soleil a aussi prolongé le refroidissement de ce satellite pendant cette même période de 5897 ans n'ayant été que de 2 ans 97 jours, il se trouve que le temps du refroidissement de ce satellite a été prolongé d'environ 86452 ans 1/2 au delà de 5897 ans de la période : d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 92350 de la formation des planètes, c'est-à-dire dans 17518 ans, que le premier satellite de Jupiter pourra être refroidi au point de la température actuelle de la terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite étoit égale à sa chaleur propre s'est trouvé dans le temps de l'incandescence, et même auparavant, si la chose eût été possible; car cette masse énorme de feu, qui étoit 39032 fois 1/2 plus grande que le soleil pour ce satellite, lui envoyoit, dès le temps de l'incandescence de tous deux, une chaleur plus forte que la sienne propre, puisqu'elle étoit 1443 1/2, tandis que celle du satellite n'étoit que 1250. Ainsi c'a été de tout temps que la chaleur de Jupiter sur son premier satellite a surpassé la perte de sa chaleur propre.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite ayant toujours été fort au dessous de la chaleur envoyée par Jupiter, on doit évaluer autrement la température du satellite; en sorte que l'estimation que nous venons de faire du prolongement du refroidissement, et que nous avons trouvé être de 86452 ans 1/2, doit être encore augmentée de beaucoup : car, dès le temps de l'incandescence, la chaleur extérieure envoyée par Jupiter étoit plus grande que la chaleur propre du satellite dans la raison de 1433 1/2 à 1250; et, à la fin de la première période de 5897 ans, cette chaleur envoyée par Jupiter étoit plus grande que la chaleur propre du satellite dans la raison de 1408 à 50, ou de 140 à 5 à peu près; et de même à la fin de la seconde période, la chaleur envoyée par Jupiter étoit à la chaleur propre du satellite :: 3433 : 5. Ainsi la chaleur propre du satellite, dès la fin de la première période, peut être regardée comme si petite en comparaison de la chaleur envoyée par Jupiter, qu'on doit tirer le temps du refroidissement de ce satellite presque uniquement de celui du refroidissement de Jupiter.

Or Jupiter, ayant envoyé à ce satellite, dans le temps de l'incandescence, 39032 fois 1/2 plus de chaleur que le soleil, lui

envoyoit encore, au bout de la première période de 5897 ans, une chaleur 38082 fois 1/25 plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit diminué que de 25 à 24 9/23; et au bout d'une seconde période de 5897 ans, c'est-à-dire après la déperdition de la chaleur propre du satellite, au point extrême de 1/25 de la chaleur actuelle de la terre, Jupiter envoyoit encore à ce satellite une chaleur 37131 fois 3/4 plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit encore diminué que de 24 9/23 à 23 18/23; ensuite, après une troisième période de 5897 ans, où la chaleur propre du satellite doit être regardée comme absolument nulle, Jupiter lui envoyoit une chaleur 36182 fois plus grande que celle du soleil.

En suivant la même marche, on trouvera que la chaleur de Jupiter, qui d'abord étoit 25, et qui décroît constamment de 14/23 par chaque période de 5897 ans, diminue par conséquent sur ce satellite de 950 pendant chacune de ces périodes; de sorte qu'après 37 2/3 périodes cette chaleur envoyée par Jupiter au satellite sera à très-peu près encore 1350 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du soleil.

Mais comme la chaleur du soleil sur Jupiter et sur ses satellites est à peu près à celle du soleil sur la terre :: 1 : 27, et que la chaleur du globe terrestre est 50 fois plus grande que celle qu'il reçoit actuellement du soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 27 cette quantité 1350 de chaleur ci-dessus, pour avoir une chaleur égale à celle que le soleil envoie sur la terre: et cette dernière chaleur étant de 1/50 de la chaleur actuelle du globe terrestre, il en résulte qu'au bout de 37 2/3 périodes de 5897 ans chacune, c'est-à-dire au bout de 222120 ans 1/3, la chaleur que Jupiter enverra à ce satellite sera égale à la chaleur actuelle de la terre, et que, quoiqu'il ne lui restera rien alors de sa chaleur propre, il jouira néanmoins d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la terre dans cette année 222120 1/3 de la formation des planètes.

Et de la même manière que cette chaleur envoyée par Jupiter prolongera prodigieusement le refroidissement de ce satellite à la température actuelle de la terre, elle le prolongera de même pendant 37 autres périodes 2/3, pour arriver au point extrême de 1/25 de la chaleur actuelle du globe de la terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 444240 de la formation des planetes que ce satellite sera refroidi à 1/25 de la température actuelle de la terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du soleil n'auroit fait compensation dans le temps de l'incandescence que de $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$; et qu'à la fin de la première période, qui est de 5897, cette même chaleur du soleil auroit fait une compensation de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du soleil auroit en effet été 2 ans 4/15. Mais la chaleur envoyée par Jupiter dès le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre du satellite :: 1443 1/2 : 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{2793\frac{1}{2}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui auroit été $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la raison de 1408 à 50, parce que la chaleur envoyée par Jupiter étoit encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1458}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{2793\frac{1}{2}}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{1458}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{106085}{676}}{4038400}$ ou

$\frac{159\frac{630}{676}}{3038400}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{1960\frac{639}{676}}{4038400}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du soleil pendant cette première période; et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{1961\frac{2}{3}}{4038400}$ :: 5897 : $\frac{11547948\frac{1}{2}}{100960000}$, ou :: 5897 ans : 41 jours 7/10. Ainsi le prolongement du refroidissement par la chaleur du soleil, au lieu d'avoir été de 2 ans 97 jours, n'a réellement été que 41 jours 7/10.

On trouveroit de la même manière les temps du prolongement du refroidissement par la chaleur du soleil pendant la seconde période et pendant les périodes suivantes; mais il est plus facile et plus court de l'évaluer en totalité de la manière suivante :

La compensation par la chaleur du soleil dans le temps de l'incandescence, ayant été, comme nous venons de le dire, $\frac{\frac{25}{676}}{2793\frac{1}{2}}$, sera, à la fin de 37 2/3 périodes, $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces 37 2/3 périodes que la température du satellite sera égale à la température actuelle de la terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{2793\frac{1}{2}}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces 37 2/3 périodes, on a $\frac{\frac{71027}{979}}{139675}$ ou $\frac{105\frac{47}{676}}{139675}$ qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{1313\frac{245}{676}}{139675}$ ou $\frac{13}{1396}$ environ pour la compensation totale par la chaleur du soleil pendant les 37 2/3 périodes de 5897 ans chacune; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{13}{1396}$ :: 222120 1/2 50 : 82 ans 37/50 environ. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du soleil ne sera que de 82 ans 37/50, qu'il faut ajouter aux 222120 ans 1/3 : d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 222203 de la formation des planètes que ce satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, et qu'il faudra le double du temps, c'est-à-dire que ce ne sera que dans l'année 444406 de la formation des planètes qu'il pourra être refroidi à 1/25 de la chaleur actuelle de la terre.

Faisant le même calcul pour le second satellite, que nous avons supposé grand comme Mercure, nous verrons qu'il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 1342 ans, perdre de sa chaleur propre en 11303 ans 1/3 au point de pouvoir le toucher, et se refroidir par la même déperdition de sa chaleur propre, au point de la température actuelle de la terre, en 24682 ans 1/3, si sa densité étoit égale à celle de la terre : mais comme la densité du globe terrestre est à celle de Jupiter ou de ses satellites :: 1000 : 292, il s'ensuit que ce second satellite, dont le diamètre est 1/3 de celui de la terre, se seroit réellement consolidé jusqu'au centre de 282 ans environ, refroidi au point de pouvoir le toucher en 3300 ans 17/25, et à la température actuelle de la terre en 7283 ans 16/25, si la perte de sa chaleur propre n'eût pas été compensée par la chaleur que le soleil et plus encore par celle que Jupiter ont envoyées à ce satellite. Or, l'action de la chaleur du soleil sur ce satellite étant en raison inverse du carré des distances, la compensation que cette chaleur du soleil a faite à la perte de la chaleur propre du satellite étoit dans le temps de l'incandescence $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période de 7283 ans 16/25. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ de la compensation dans le premier et le dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{650}{676}}{1250}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{8125}{676}}{1250}$ ou

$\frac{12\frac{13}{676}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période de 7283 ans 16/25; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{12\frac{13}{676}}{25}$ :: 7283 ans 16/25 : 2 ans 252 jours. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du soleil pendant cette première période n'a été que de 2 ans 252 jours.

Mais la chaleur de Jupiter, qui, dans le temps de l'incandescence, étoit 25, avoit diminué au bout de 7283 ans 16/25 de 19/23 environ, et elle étoit encore alors 24 4/23; et comme ce satellite n'est éloigné de Jupiter que de 9 demi-diamètres de Jupiter, ou 99 demi-diamètres terrestres, c'est-à-dire de 141817 lieues 1/2, et qu'il est éloigné du soleil de 171 millions 600 mille lieues, il en résulte que la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite auroit été :: $(171600000)^2$: $(141817\ 1/2)^2$, si la surface que présente Jupiter à ce satellite étoit égale à la surface que lui présente le soleil. Mais la surface de Jupiter, qui, dans le réel, n'est que $\frac{121}{11449}$ de celle du soleil, paroît néanmoins plus grande à ce satellite dans la raison inverse du carré des distances; on aura donc $(141817\ 1/2)^2$: $(171600000)^2$ :: $\frac{121}{11449}$: 15473 2/3 environ. Donc la surface que Jupiter présente à ce satellite est 15473 fois 2/3 plus grande que celle que lui présente le soleil. Ainsi Jupiter, dans le temps de l'incandescence, étoit pour ce satellite un astre de feu 15473 fois 2/3 plus étendu que le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite n'étoit que $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, lorsqu'au bout de 7283 ans 16/25 il se seroit refroidi à la température actuelle de la terre, et que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation par la chaleur du soleil n'étoit que $\frac{\frac{25}{675}}{1250}$: on aura donc 15473 2/3, multipliés par $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ ou $\frac{572\frac{170}{676}}{1250}$ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Jupiter sur ce satellite dans le commencement de cette première période, et $\frac{572\frac{170}{676}}{50}$ pour la compensation qu'elle auroit faite à la fin de cette même période de 7283 ans 16/25, si Jupiter eût conservé son état d'incandescence. Mais comme sa chaleur propre a diminué pendant cette période de 25 à 24 4/23, la compensation à la fin de la période, au lieu d'être $\frac{572\frac{170}{676}}{50}$, n'a été que de $\frac{552\frac{1}{3}}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{553\frac{1}{7}}{50}$ et $\frac{572\frac{170}{676}}{1250}$ de la compensation dans le premier et dans le dernier temps de cette première période, on a $\frac{14405\frac{1}{2}}{1250}$ environ, lesquels multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{180068\frac{3}{4}}{1250}$ ou 144 7/25 environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Jupiter, pendant cette première période de 7283 ans 16/25; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 144 7/25 :: 7283 $\frac{16}{25}$: 42044 $\frac{18}{125}$. Ainsi le temps dont la chaleur de Jupiter a prolongé le refroidissement de ce satellite a été de 42044 ans 52 jours, tandis que la chaleur du soleil ne l'a prolongé que de 2 ans 252 jours : d'où l'on voit, en ajoutant ces deux temps à celui de la période de 7283 ans 233 jours, que c'a été dans l'année 49331 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 25501 ans, que ce second satellite de Jupiter a pu être refroidi au point de la température actuelle de la terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter a été égale à la chaleur propre de ce satellite s'est trouvé au 2 4/21, terme environ de l'écoulement du temps de cette période de 7283 ans 233 jours, qui multipliés par 291 ans 126 jours, nombre des années de chaque terme de cette période, donnent 638 ans 67 jours. Ainsi c'a été dès l'année 639 de la formation des planètes que la chaleur envoyée par Jupiter à son second satellite s'est trouvée égale à sa chaleur propre.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a toujours été au dessous de celle que lui envoyoit Jupiter dès l'année 639 de la formation des planètes; en doit donc éva-

luer, comme nous l'avons fait pour le premier satellite, la température dont il a joui et dont il jouira pour la suite.

Or Jupiter, ayant d'abord envoyé à ce satellite, dans le temps de l'incandescence, une chaleur 15473 fois 2/3 plus grande que celle du soleil, lui envoyoit encore, à la fin de la première période de 7283 ans 16/25, une chaleur 14960 fois 31/50 plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit encore diminué que de 24 à 23 4/23; et au bout d'une seconde période de 7283 ans 16/25, c'est-à-dire après la déperdition de la chaleur propre du satellite, jusqu'au point extrême de 1/25 de la chaleur actuelle de la terre, Jupiter envoyoit encore à ce satellite une chaleur 14447 fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit encore diminué que de 24 4/23 à 23 8/23.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Jupiter, qui d'abord étoit 25, et qui décroît constamment de 19/23 par chaque période de 7283 ans 16/25, diminue par conséquent sur ce satellite de 513 à peu près pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 26 1/2 périodes environ cette chaleur envoyée par Jupiter au satellite sera à tres-peu près encore 1350 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du soleil.

Mais comme la chaleur du soleil sur Jupiter et sur ses satellites, est à celle du soleil sur la terre à peu près :: 1 : 27, et que la chaleur de la terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit actuellement du soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 27 cette quantité 1350, pour avoir une chaleur égale à celle que le soleil envoie sur la terre; et cette derniere chaleur étant 1/50 de la chaleur actuelle du globe terrestre, il en résulte qu'au bout de 26 1/2 périodes de 7283 ans 16/25 chacune, c'est-à-dire au bout de 193016 ans 11/25, la chaleur que Jupiter enverra à ce satellite sera égale à la chaleur actuelle de la terre, et que, n'ayant plus de chaleur propre, il jouira néanmoins d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la terre dans l'année 193017 de la formation des planètes.

Et de même que cette chaleur envoyée par Jupiter prolongera de beaucoup le refroidissement de ce satellite au point de la température actuelle de la terre, elle le prolongera de même pendant 26 autres périodes 1/2 pour arriver au point extrême de 1/25 de la chaleur actuelle du globe de la terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 386034 de la formation des planètes que ce satellite sera refroidi à 1/25 de la température actuelle de la terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du soleil relativement à la compensation qu'elle a faite et fera à la diminution de la température du satellite.

Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du soleil n'auroit fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{25}{676}}{2250}$, et qu'à la fin de la première période de 7283 ans 16/25, cette même chaleur du soleil auroit fait une compensation de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du soleil auroit été de 2 ans 2/3. Mais la chaleur envoyée par Jupiter dès le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre du satellite :: $572\frac{170}{676}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison, en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{25}{679}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1822\frac{170}{67}}$ au commencement de cette période; et de même que cette compensation, qui auroit été $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période, en ne considérant que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la même raison de 553 1/3 à 50, parce que la chaleur envoyée par Jupiter étoit encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{603\frac{1}{3}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{1822\frac{170}{676}}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{603\frac{1}{3}}$ du premier et du dernier temps de cette première période,

on a $\frac{\frac{60639\frac{1}{2}}{676}}{1098625}$ ou $\frac{89\frac{2}{3}}{1098625}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{1120\frac{5}{6}}{1098625}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du soleil pendant cette première période, et comme la perte de la chaleur est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{1120\frac{5}{6}}{1098625}$ :: 7283 16/25 : $\frac{8163745\frac{29}{30}}{27465625}$ ou :: 7283 ans 16/25 : 108 jours 1/2, au lieu de 2 ans 2/3 que nous avions trouvés par la première évaluation.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la compensation, dans le temps de l'incandescence, ayant été $\frac{\frac{25}{676}}{1822\frac{170}{676}}$, sera, à la fin de 26 1/2 périodes, de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces 26 1/2 périodes que la température du satellite sera égale à la température actuelle de la terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{1822\frac{170}{676}}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces 26 1/2 périodes, on a $\frac{\frac{46806\frac{1}{4}}{676}}{91112\frac{1}{2}}$ ou $\frac{69\frac{41}{169}}{91112\frac{1}{2}}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de chaleur, donnent $\frac{865\frac{1}{2}}{91112\frac{1}{2}}$ ou $\frac{43}{4555}$ environ pour la compensation totale par la chaleur du soleil pendant les 26 périodes 1/2 de 7283 ans 16/25; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total de sa période est au prolongement du temps du refroidissement, on aura 25 : $\frac{43}{4555}$ :: 193016 11/25 : 72 22/25. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du soleil ne sera que de 72 ans 22/25, qu'il faut ajouter aux 193016 ans 11/25 : d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 193090 de la formation des planètes que ce satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, et qu'il faudra le double de ce temps, c'est-à-dire que ce ne sera que dans l'année 386180 de la formation des planètes qu'il pourra être refroidi à 1/25 de la température actuelle de la terre.

Faisant les mêmes raisonnemens pour le troisième satellite de Jupiter, que nous avons supposé grand comme Mars, c'est-à-dire de 13/25 du diamètre de la terre, et qui est à 14 1/3 demi-diamètres de Jupiter, ou 157 1/3 demi-diamètres terrestres, c'est-à-dire à 225857 lieues de distance de sa planète principale, nous verrons que ce satellite se seroit consolidé jusqu'au centre en 1490 ans 3/5, refroidi au point de pouvoir le toucher en 17633 ans 18/25, et au point de la température actuelle de la terre en 38504 ans 11/25, si la densité de ce satellite étoit égale à celle de la terre; mais comme la densité du globe terrestre est à celle de Jupiter et de ses satellites :: 1000 : 292, il faut diminuer en même raison les temps de la consolidation et du refroidissement. Ainsi ce troisième satellite se sera consolidé jusqu'au centre en 435 ans $\frac{51}{200}$, refroidi au point de pouvoir le toucher en 5149 ans $\frac{11}{200}$, et il auroit perdu assez de sa chaleur propre pour arriver au point de la température actuelle de la terre en 11243 ans 7/25 environ, si la perte de sa chaleur propre n'eût pas été compensée par l'accession de la chaleur du soleil, et surtout par celle de la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite. Or la chaleur envoyée par le soleil étant en raison inverse du carré des distances, la compensation qu'elle faisoit à la perte de la chaleur propre du satellite étoit dans le temps de l'incandescence $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période de 11243 ans 7/25. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ de la compensation dans le premier et dans le dernier temps de cette première période de 11243 ans 7/25, on a $\frac{\frac{650}{676}}{1250}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de

la somme de tous les termes, donnent $\dfrac{\frac{85}{676}}{1250}$ ou $\dfrac{12\frac{13}{676}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant le temps de cette première période; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\dfrac{12\frac{13}{676}}{1250}$ :: 11243 7/25 : 4 1/3 environ. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du soleil pendant cette première période de 11543 7/25 auroit été de 4 ans 116 jours.

Mais la chaleur de Jupiter, qui, dans le temps de l'incandescence, étoit 25, avoit diminué, pendant cette première période, de 25 à 23 5/6 environ; et comme ce satellite est éloigné de Jupiter de 225857 lieues, et qu'il est éloigné du soleil de 171 millions 600 mille lieues, il en résulte que la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite auroit été à la chaleur envoyée par le soleil comme le carré de 171600000 est au carré de 225857, si la surface que présente Jupiter à ce satellite étoit égale à la surface que lui présente le soleil. Mais la surface de Jupiter, qui, dans le réel, n'est que $\frac{121}{11449}$ de celle du soleil, paroit néanmoins plus grande à ce satellite dans le rapport inverse du carré des distances; on aura donc $(225857)^2$: $(171600000)^2$ :: $\frac{121}{11449}$: 6101 environ. Donc la surface que présente Jupiter à son troisième satellite étant 6101 fois plus grande que la surface que lui présente le soleil, Jupiter dans le temps de l'incandescence étoit pour ce satellite un astre de feu 6101 fois plus grand que le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite n'étoit que $\dfrac{\frac{25}{676}}{50}$, lorsqu'au bout de 11243 ans 7/25 il se seroit refroidi à la température actuelle de la terre, et que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation par la chaleur du soleil n'a été que $\dfrac{\frac{25}{676}}{1250}$: il faut donc multiplier par 6101 chacun de ces deux termes de compensation, et l'on aura pour le premier $\dfrac{225\frac{425}{676}}{1250}$, et pour le second $\dfrac{225\frac{425}{676}}{50}$; et cette dernière compensation de la fin de la période seroit exacte si Jupiter eût conservé son état d'incandescence pendant tout le temps de cette même période de 11243 ans 7/25 : mais comme sa chaleur propre a diminué de 25 à 23 5/6 pendant cette période, la compensation à la fin de la période, au lieu d'être $\dfrac{225\frac{425}{676}}{50}$, n'a été que de $\dfrac{218\frac{13}{75}}{50}$.

Ajoutant ces deux termes $\dfrac{218\frac{13}{75}}{50}$ et $\dfrac{225\frac{425}{676}}{1250}$ de la compensation du premier et du dernier temps dans cette première période, on a $\dfrac{5679\frac{21}{25}}{1250}$ environ, lesquels étant multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{70998}{1250}$ ou 56 15/19 environ pour la compensation totale qu'a faite Jupiter sur son troisième satellite pendant cette première période de 11243 ans 7/25; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 26 : 56 15/19 :: 11243 7/25 : 25340. Ainsi le temps dont la chaleur de Jupiter a prolongé le refroidissement de ce satellite pendant cette première période de 11243 ans 7/25 a été de 25340 ans; et par conséquent, en y ajoutant le prolongement par la chaleur du soleil, qui est de 4 ans 116 jours, on a 25344 ans 116 jours pour le prolongement total du refroidissement; ce qui, étant ajouté au temps de la période, donne 36787 ans 218 jours : d'où l'on voit que c'a été dans l'année 36588 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 38244 ans, que ce satellite jouissoit de la même température dont jouit aujourd'hui la terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite étoit égale à sa chaleur propre s'est trouvé au 5 $\frac{365}{607}$, terme de l'écoulement du temps de cette première période de 11243 ans 7/25, qui étant multiplié par 449 ans 3/4, nombre des années de chaque terme de cette période, donne 2490 ans environ. Ainsi c'a été dès l'année 2490 de la formation des planètes que la chaleur envoyée par Jupiter à son troisième satellite s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce satelite.

Dès lors on voit que cette chaleur propre du satellite a été au dessous de celle que lui envoyoit Jupiter dès l'année 2490 de la formation des planètes; et en évaluant, comme

nous avons fait pour les deux premiers satellites, la température dont celui-ci doit jouir, on trouve que Jupiter ayant envoyé à ce satellite, dans le temps de l'incandescence, une chaleur 6101 fois plus grande que celle du soleil, il lui envoyoit encore, à la fin de la première période de 11243 ans 7/25, une chaleur 5816 $\frac{43}{150}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit diminué que de 25 à 23 5/6; et au bout d'une seconde période de 11243 ans 7/25, c'est-à-dire après la déperdition de la chaleur propre du satellite, jusqu'au point extrême de 1/25 de la chaleur actuelle de la terre, Jupiter envoyoit encore à ce satellite une chaleur 5531 $\frac{66}{150}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit encore diminué que de 23 5/6 à 22 4/6.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Jupiter, qui d'abord étoit 25, et qui décroît constamment de 7/6 par chaque période de 11243 ans 7/25, diminue par conséquent sur ce satellite de 284 $\frac{107}{150}$ pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 15 2/3 périodes environ, cette chaleur envoyée par Jupiter au satellite sera à très-peu près encore 1350 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du soleil.

Mais comme la chaleur du soleil sur Jupiter et sur ses satellites est à celle du soleil sur la terre à peu près :: 1 : 27, et que la chaleur de la terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit actuellement du soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 27 cette quantité 1350 pour avoir une chaleur égale à celle que le soleil envoie sur la terre; et cette dernière chaleur étant 1/50 de la chaleur actuelle du globe terrestre, il en résulte qu'au bout de 15 2/3 périodes, chacune de 11243 7/25, c'est-à-dire au bout de 176144 11/15, la chaleur que Jupiter enverra à ce satellite sera égale à la chaleur actuelle de la terre, et que, n'ayant plus de chaleur propre, il jouira néanmoins d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la terre dans l'année 176145 de la formation des planètes.

Et comme cette chaleur envoyée par Jupiter prolongera de beaucoup le refroidissement de ce satellite au point de la température actuelle de la terre, elle le prolongera de même pendant 15 2/3 autres périodes, pour arriver au point extrême de 1/25 de la chaleur actuelle du globe terrestre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 352290 de la formation des planètes que ce satellite sera refroidi à 1/25 de la température actuelle de la terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du soleil relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du soleil n'auroit fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période, qui est de 11243 ans 7/25, cette même chaleur du soleil auroit fait une compensation de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du soleil auroit en effet été de 4 ans 1/3 : mais la chaleur envoyée par Jupiter dès le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre du satellite :: 225 $\frac{425}{676}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ elle n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1475\frac{2}{3}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation qui auroit été $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la raison de 218 13/75 à 50, parce que la chaleur envoyée par Jupiter étoit encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{268\frac{13}{75}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{1475\frac{2}{3}}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{268\frac{18}{75}}$ du premier et du dernier temps de cette première pé-

riode, on a $\frac{\frac{43596}{676}}{3957344\frac{4}{9}}$ ou $\frac{65\frac{1}{2}}{3957344\frac{4}{9}}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{806\frac{1}{4}}{3957344\frac{4}{9}}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période ; et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{806\frac{1}{4}}{3957344\frac{4}{9}}$ :: 11243 7/25 : $\frac{9064669\frac{1}{3}}{9893351}$ ou :: 11243 ans 7/25 : 334 jours environ, au lieu de 4 ans 1/2 que nous avions trouvés par la première évaluation.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la compensation qu'a faite cette chaleur du soleil, dans le temps de l'incandescence, ayant été $\frac{\frac{25}{676}}{1475\frac{2}{3}}$, sera, à la fin de 15 périodes 2/3, de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces 15 périodes 2/3 que la température du satellite sera égale à la température actuelle de la terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{1475\frac{2}{3}}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces 15 périodes 2/3, on a $\frac{\frac{38141\frac{1}{3}}{676}}{73782\frac{2}{3}}$ ou $\frac{56\frac{3}{7}}{73782\frac{2}{3}}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur donnent $\frac{705\frac{17}{98}}{73782\frac{2}{3}}$ ou $\frac{35}{3689}$ environ pour la compensation totale par la chaleur du soleil pendant les 15 périodes 2/3 de 11243 ans 7/25 chacune ; et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{35}{3689}$ :: 176144 11/15 : 66 21/25. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du soleil ne sera que de 66 ans 21/25, qu'il faut ajouter aux 176144 ans 11/15 : d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 176212 de la formation des planètes que ce satellite jouira en effet de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, et qu'il faudra le double de ce temps, c'est-à-dire que ce ne sera que dans l'année 352424 de la formation des planètes que sa température sera 25 fois plus froide que la température actuelle de la terre.

Faisant le même calcul sur le quatrième satellite de Jupiter, que nous avons supposé grand comme la terre, nous verrons qu'il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 2905 ans, se refroidir au point de pouvoir le toucher en 33911 ans, et perdre assez de sa chaleur propre pour arriver au point de la température actuelle de la terre en 74047 ans, si sa densité étoit la même que celle du globe terrestre : mais comme la densité de Jupiter et de ses satellites est à celle de la terre :: 292 : 1000, les temps de la consolidation et du refroidissement par la déperdition de la chaleur propre doivent être diminués dans la même raison. Ainsi ce satellite ne s'est consolidé jusqu'au centre qu'en 848 ans 1/4, refroidi au point de pouvoir le toucher en 9902 ans; et enfin il auroit perdu assez de sa chaleur propre pour arriver au point de la température actuelle de la terre en 21621 ans, si la perte de sa chaleur propre n'eût pas été compensée par la chaleur envoyée par le soleil et par Jupiter. Or la chaleur envoyée par le soleil à ce satellite étant en raison inverse du carré des distances, la compensation produite par cette chaleur étoit, dans le temps de l'incandescence, $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période de 21621 ans. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ de la compensation du premier et du dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{650}{676}}{1250}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{8125}{676}}{1250}$ ou $\frac{12\frac{13}{676}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période de 21621 ans; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidisse-

ment, on aura 25 : $\frac{12\frac{13}{676}}{1250}$ :: 21621 : 8 3/10. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du soleil a été de 8 ans 3/10 pour cette première période.

Mais la chaleur de Jupiter, qui, dans le temps de l'incandescence, étoit 25 fois plus grande que la chaleur actuelle de la terre, avoit diminué, au bout des 21621 ans, de 25 à 22 3/4; et comme ce satellite est éloigné de Jupiter de 277 3/4 demi-diamètres terrestres, ou de 397877 lieues, tandis qu'il est éloigné du soleil de 171600000 lieues, il en résulte que la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite auroit été à la chaleur envoyée par le soleil comme le carré de 171600000 est au carré de 397877, si la surface que Jupiter présente à son quatrième satellite étoit égale à la surface que lui présente le soleil. Mais la surface de Jupiter, qui, dans le réel, n'est que $\frac{121}{11449}$ de celle du soleil, paroît néanmoins à ce satellite bien plus grande que celle de cet astre dans le rapport inverse du carré des distances; on aura donc $(397877)^2 : (171600000)^2 :: \frac{121}{11449} : 1909$ environ. Ainsi Jupiter, dans le temps de l'incandescence, étoit pour son quatrième satellite un astre de feu 1909 fois plus grand que le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre du satellite étoit $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, lorsqu'au bout de 21621 ans il se seroit refroidi à la température actuelle de la terre, et que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation par la chaleur du soleil n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, qui multipliés par 1909 donnent $\frac{70\frac{405}{676}}{1250}$ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Jupiter au commencement de cette période, c'est-à-dire dans le temps de l'incandescence, et par conséquent $\frac{70\frac{405}{676}}{50}$ pour la compensation que la chaleur de Jupiter auroit faite à la fin de cette première période, s'il eût conservé son état d'incandescence; mais, sa chaleur propre ayant diminué pendant cette première période de 25 à 22 3/4, la compensation, au lieu d'être $\frac{70\frac{405}{676}}{50}$, n'a été que 64/50 environ. Ajoutant ces deux termes 64/50 et $\frac{70\frac{405}{676}}{1250}$ de la compensation dans le premier et dans le dernier temps de cette période, on a $\frac{1671}{1250}$ environ, lesquels multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{20887\frac{1}{2}}{125}$ ou 16 3/4 environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur envoyée par Jupiter à la perte de la chaleur propre de son quatrième satellite; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : 16 3/4 :: 21621 : 14486 $\frac{7}{100}$. Ainsi le temps dont la chaleur de Jupiter a prolongé le refroidissement de ce satellite pendant cette première période de 21621 ans étant de 14486 ans $\frac{7}{100}$, et la chaleur du soleil l'ayant aussi prolongé de 8 ans 3/10 pendant la même période, on trouve, en ajoutant ces deux nombres d'années aux 21621 ans de la période, que c'a été dans l'année 36116 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 38716 ans, que ce quatrième satellite de Jupiter jouissoit de la même température dont jouit aujourd'hui la terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter à son quatrième satellite a été égale à la chaleur propre de ce satellite s'est trouvé au 17 2/3, terme environ de l'écoulement du temps de cette première période, qui multiplié par 864 21/25, nombre des années de chaque terme de cette période de 21621 ans, donne 15278 21/25. Ainsi c'a été dans l'année 15279 de la formation des planètes, que la chaleur envoyée par Jupiter à son quatrième satellite s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce même satellite.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a été au dessous de celle que lui envoyoit Jupiter dans l'année 15279 de la formation des planètes, et que Jupiter ayant envoyé à ce satellite, dans le temps de l'incandescence, une chaleur 1909 fois plus grande que celle du soleil, il lui envoyoit encore, à la fin de la première période de 21621 ans, une chaleur 1737 $\frac{19}{100}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'a diminué pendant ce temps que de 25 à 22 3/4; et au bout d'une seconde période de 21621 ans, c'est-à-dire après la déperdition de la chaleur propre de ce satellite jusqu'au point extrême de 1/25 de la chaleur actuelle de la

terre, Jupiter envoyoit encore à ce satellite une chaleur 1567 $\frac{19}{100}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit encore diminué que de 22 3/4 à 20 1/4.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Jupiter, qui d'abord étoit 25, et qui décroît constamment de 2 1/4 par chaque période de 21621 ans, diminue par conséquent sur ce satellite de 171 $\frac{81}{100}$ pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 3 périodes 1/4 environ, cette chaleur envoyée par Jupiter au satellite sera à très-peu près encore 1350 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du soleil.

Mais comme la chaleur du soleil sur Jupiter et sur ses satellites est à celle du soleil sur la terre à peu près :: 1 : 27, et que la chaleur de la terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 27 cette quantité 1350 pour avoir une chaleur égale à celle que le soleil envoie sur la terre; et cette dernière chaleur étant 1/50 de la chaleur actuelle du globe, il est évident qu'au bout de 3 périodes 1/4 de 21621 ans chacune, c'est-à-dire au bout de 70268 ans 1/4, la chaleur que Jupiter a envoyée à ce satellite a été égale à la chaleur actuelle de la terre, et que, n'ayant plus de chaleur propre, il n'a pas laissé de jouir d'une température égale à celle dont jouit actuellement la terre dans l'année 70269 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 4563 ans.

Et comme cette chaleur envoyée par Jupiter a prolongé le refroidissement de ce satellite au point de la température actuelle de la terre, elle le prolongera de même pendant 3 1/4 autres périodes pour arriver au point extrême de 1/25 de la chaleur actuelle du globe de la terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 140538 de la formation des planètes que ce satellite sera refroidi à 1/25 de la température actuelle de la terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du soleil relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du soleil n'auroit fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période de 21621 ans cette même chaleur du soleil auroit fait une compensation de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du soleil auroit en effet été de 8 ans 3/10 : mais la chaleur envoyée par Jupiter dans le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre du satellite :: 70 $\frac{405}{476}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1320\frac{405}{676}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui auroit été $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la même raison de 64 à 50, parce que la chaleur envoyée par Jupiter étoit encore plus grande que la chaleur propre de ce satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{114}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{1320\frac{405}{676}}$ à $\frac{\frac{25}{676}}{114}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{35865}{676}}{150548\frac{3}{10}}$ ou $\frac{53\frac{37}{676}}{150548\frac{3}{10}}$ environ, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{763\frac{1}{6}}{150548\frac{3}{10}}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du soleil pendant cette première période; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{763\frac{1}{6}}{150548\frac{3}{10}}$ :: 21621 ans : 4 ans 140 jours. Ainsi le prolongement du refroidissement par la chaleur du soleil, au lieu d'avoir été de 8 ans 3/10, n'a été que de 4 ans 140 jours.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que

la compensation, dans le temps de l'incandescence, ayant été de $\frac{\frac{25}{576}}{1320\frac{2}{3}}$, sera, à la fin de 3 1/4 périodes, de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces 3 1/4 périodes que la température de ce satellite sera égale à la température de la terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{1320\frac{2}{3}}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces 3 1/4 périodes, on a $\frac{\frac{34261}{676}}{66032}$ ou $\frac{50\frac{5}{6}}{66032}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{635}{66032}$ pour la compensation totale, par la chaleur du soleil, pendant les 3 1/4 périodes de 21621 ans chacune; et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total des périodes est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{635}{66032}$ :: 70268 1/4 : 27. Ainsi le prolongement total qu'a fait la chaleur du soleil n'a été que de 27 ans, qu'il faut ajouter aux 70268 ans 1/4. D'où l'on voit que c'a été dans l'année 70296 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 4536 ans, que ce quatrième satellite de Jupiter jouissoit de la même température dont jouit aujourd'hui la terre; et, de même, que ce ne sera que dans le double du temps, c'est-à-dire dans l'année 140592 de la formation des planètes, que sa température sera refroidie au point extrême de 1/25 de la température actuelle de la terre.

Faisons maintenant les mêmes recherches sur les temps respectifs du refroidissement des satellites de Saturne, et du refroidissement de son anneau. Ces satellites sont, à la vérité, si difficiles à voir, que leurs grandeurs relatives ne sont pas bien constatées: mais leurs distances à leur planète principale sont assez bien connues, et il paroît, par les observations des meilleurs astronomes, que le satellite le plus voisin de Saturne est aussi le plus petit de tous; que le second n'est guère plus gros que le premier, le troisième un peu plus grand; que le quatrième paroît le plus grand de tous, et qu'enfin le cinquième paroît tantôt plus grand que le troisième et tantôt plus petit : mais cette variation de grandeur, dans ce dernier satellite, n'est probablement qu'une apparence dépendante de quelques causes particulières qui ne changent pas sa grandeur réelle, qu'on peut regarder comme égale à celle du quatrième, puisqu'on l'a vu quelquefois surpasser le troisième.

Nous supposerons donc que le premier et le plus petit de ces satellites est gros comme la lune, le second grand comme Mercure, le troisième grand comme Mars, le quatrième et le cinquième grands comme la terre; et, prenant les distances respectives de ces satellites à leur planète principale, nous verrons que le premier est environ à 66 mille 900 lieues de distance de Saturne; le second à 85 mille 450 lieues, ce qui est à peu près la distance de la lune à la terre; le troisième à 120 mille lieues; le quatrième à 278 mille lieues, et le cinquième à 808 mille lieues, tandis que le satellite le plus éloigné de Jupiter n'en est qu'à 398 mille lieues.

Saturne a donc une vitesse de rotation plus grande que celle de Jupiter, puisque, dans l'état de liquéfaction, sa force centrifuge a projeté des parties de sa masse à plus du double de la distance à laquelle la force centrifuge de Jupiter a projeté celles qui forment son satellite le plus éloigné.

Et ce qui prouve encore que cette force centrifuge, provenant de la vitesse de rotation, est plus grande dans Saturne que dans Jupiter, c'est l'anneau dont il est environné, et qui, quoique fort mince, suppose une projection de matière encore bien plus considérable que celle des cinq satellites pris ensemble. Cet anneau concentrique à la surface de l'équateur de Saturne n'en est éloigné que d'environ 55 mille lieues; sa forme est celle d'une zone assez large, un peu courbée sur le plan de sa largeur, qui est d'environ un tiers de diamètre de Saturne, c'est-à-dire de plus de 9 mille lieues : mais cette zone de 9 mille lieues de largeur n'a peut-être pas 100 lieues d'épaisseur; car, lorsque l'anneau ne nous présente exactement que sa tranche, il ne réfléchit pas assez de lumière pour qu'on puisse l'apercevoir avec les meilleures lunettes; au lieu qu'on l'aperçoit pour peu qu'il s'incline ou se redresse, et qu'il découvre en conséquence une petite partie de sa largeur. Or cette largeur, vue de face, étant de 9 mille lieues, ou plus exactement de 9 mille 110 lieues, seroit d'environ 4 mille 555 lieues vue sous l'angle de 45 degrés, et par conséquent d'environ 100 lieues vue sous un an-

gle d'un degré d'obliquité; car on ne peut guère présumer qu'il fût possible d'apercevoir cet anneau, s'il n'avoit pas au moins un degré d'obliquité, c'est-à-dire s'il ne nous présentoit pas une tranche au moins égale à une 90e partie de sa largeur : d'où je conclus que son épaisseur doit être égale à cette 90e partie qui équivaut à peu près à 100 lieues.

Il est bon de supputer, avant d'aller plus loin, toutes les dimensions de cet anneau, et de voir quelle est la surface et le volume de la matière qu'il contient.

Sa largeur est de 9,110 lieues.
Son épaisseur supposée de 100 lieues.
Son diamètre intérieur de 191,296 lieues.
Son diamètre extérieur, c'est-à-dire y compris les épaisseurs, de 191,496 lieues.
Sa circonférence intérieure de 444,073 lieues.
Sa circonférence extérieure de 444,701 lieues.
Sa surface concave de 4,455,005,030 lieues carrées.
Sa surface convexe de 4,512,226,110 lieues carrées.
La surface de l'épaisseur en dedans, de 44,407,300 lieues carrées.
La surface de l'épaisseur en dehors, de 44,470,100 lieues carrées.
Sa surface totale de 8,185,608,540 lieues carrées.
Sa solidité de 404,836,557,000 lieues cubiques.

Ce qui fait environ trente fois autant de volume de matière qu'en contient le globe terrestre, dont la solidité n'est que de 12 milliards 365 millions 103 mille 160 lieues cubiques. Et, en comparant la surface de l'anneau à la surface de la terre, on verra que celle-ci n'étant que de 25 millions 772 mille 725 lieues carrées, celle de toutes les faces de l'anneau étant de 8 milliards 583 millions 608 mille 540 lieues, elle est par conséquent plus de 217 fois plus grande que celle de la terre; en sorte que cet anneau, qui ne paroît être qu'un volume anomal, un assemblage de matière sous une forme bizarre, peut néanmoins être une terre dont la surface est plus de 300 fois plus grande que celle de notre globe, et qui, malgré son grand éloignement du soleil, peut cependant jouir de la même température que la terre.

Car, si l'on veut rechercher l'effet de la chaleur de Saturne et de celle du soleil sur cet anneau, et reconnoître les temps de son refroidissement par la déperdition de sa chaleur propre, comme nous l'avons fait pour la lune et pour les satellites de Jupiter, on verra que, n'ayant que 100 lieues d'épaisseur, il se seroit consolidé jusqu'au milieu ou au centre de cette épaisseur en 101 ans 1/2 environ, si sa densité étoit égale à celle de la terre; mais, comme la densité de Saturne et celle de ses satellites et de son anneau, que nous supposons la même, n'est à la densité de la terre que :: 184 : 1000, il s'ensuit que l'anneau, au lieu de s'être consolidé jusqu'au centre de son épaisseur en 101 ans 1/2, s'est réellement consolidé en 18 ans 17/25 : et de même on verra que cet anneau auroit dû se refroidir au point de pouvoir le toucher en 1183 ans $\frac{90}{140}$, si sa densité étoit égale à celle de la terre; mais, comme elle n'est que 184 au lieu de 1000, le temps du refroidissement, au lieu d'être de 1183 ans $\frac{90}{143}$, n'a été que de 217 ans $\frac{767}{1000}$, et celui du refroidissement à la température actuelle, au lieu d'être de 1958 ans, n'a réellement été que de 360 ans 7/25, abstraction faite de toute compensation, tant par la chaleur du soleil que par celle de Saturne, dont il faut faire l'évaluation.

Pour trouver la compensation par la chaleur du soleil, nous considérerons que cette chaleur du soleil sur Saturne, sur ses satellites, et sur son anneau, est à très-peu près égale, parce que tous sont à très-peu près également éloignés de cet astre : or cette chaleur du soleil que reçoit Saturne est à celle que reçoit la terre :: 100 : 9025, ou :: 4 : 361. Dès lors la compensation qu'a faite la chaleur du soleil lorsque l'anneau a été refroidi à la température actuelle de la terre, au lieu d'être 1/50, comme sur la terre, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{50}$; et dans le temps de l'incandescence, cette compensation n'étoit que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes du premier et du dernier temps de cette période de 360 ans 7/25, on aura $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{17}{361}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil dans les 360 ans 7/25 de la première période; et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps total de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ :: 360 7/25 : $\frac{1\frac{19}{652}}{25}$ ans ou 15

jours environ, dont le refroidissement de l'anneau a été prolongé, par la chaleur du soleil, pendant cette première période de 360 ans 7/25.

Mais la compensation par la chaleur du soleil n'est, pour ainsi dire, rien en comparaison de celle qu'a faite la chaleur de Saturne. Cette chaleur de Saturne, dans le temps de l'incandescence, c'est-à-dire au commencement de la période, étoit 25 fois plus grande que la chaleur actuelle de la terre, et n'avoit encore diminué au bout de 360 ans 7/25 que de 25 à 24 $\frac{211}{215}$ environ. Or cet anneau est à 4 demi-diamètres de Saturne, c'est-à-dire à 54 mille 656 lieues de distance de sa planète, tandis que sa distance au soleil est de 313 millions 500 mille lieues, en supposant 33 millions de lieues pour la distance de la terre au soleil. Dès lors, Saturne, dans le temps de l'incandescence, et même long-temps après, a fait sur son anneau une compensation infiniment plus grande que la chaleur du soleil.

Pour en faire la comparaison, il faut considérer que, la chaleur croissant comme le carré de la distance diminue, la chaleur envoyée par Saturne à son anneau auroit été à la chaleur envoyée par le soleil comme le carré de 313500000 est au carré de 54656, si la surface que Saturne présente à son anneau étoit égale à la surface que lui présente le soleil; mais la surface de Saturne qui n'est dans le réel que $\frac{90\frac{1}{4}}{11549}$ de celle du soleil, paroît néanmoins à son anneau bien plus grande que celle de cet astre dans la raison inverse du carré des distances; on aura donc $(54656)^2 : (313500000)^2 :: \frac{90\frac{1}{4}}{11449} : 259332$ environ; donc la surface que Saturne présente à son anneau est 259332 fois plus grande que celle que lui présente le soleil. Ainsi Saturne dans le temps de l'incandescence étoit pour son anneau un astre de feu 259332 fois plus étendu que le soleil Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre de l'anneau n'étoit que $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, lorsqu'au bout de 360 ans 7/25 il se seroit refroidi à la température actuelle de la terre, et que dans le temps de l'incandescence, cette compensation par la chaleur du soleil n'étoit que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$; on aura donc 259332, multipliés par $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ ou $\frac{2873\frac{1}{2}}{1250}$ environ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Saturne au commencement de cette période dans le temps de l'incandescence, et $\frac{2873\frac{1}{2}}{50}$ pour la compensation que Saturne auroit faite à la fin de cette même période de 360 ans 7/25, s'il eût conservé son état d'incandescence; mais comme sa chaleur propre a diminué de 25 à 24 $\frac{211}{215}$ pendant cette période de 360 ans 7/25, la compensation à la fin de cette période, au lieu d'être $\frac{2873\frac{1}{2}}{50}$, n'a été que $\frac{2867\frac{1}{3}}{50}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{2867\frac{1}{3}}{50}$ et $\frac{2873\frac{1}{2}}{1250}$ du premier et du dernier temps de cette première période de 360 ans 7/25, on aura $\frac{74556\frac{5}{6}}{1250}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{931960\frac{5}{12}}{1250}$ ou 745 $\frac{71}{123}$ environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne sur son anneau pendant cette première période de 360 ans 7/25; et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 745 $\frac{71}{125}$ :: 360 7/25 : 10752 13/25 environ. Ainsi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de son anneau pendant cette première période a été d'environ 10752 ans 13/25, tandis que la chaleur du soleil ne l'a prolongé pendant la même période, que de 15 jours. Ajoutant ces deux nombres aux 360 ans 7/25 de la période, on voit que c'est dans l'année 11113 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 63719 ans, que l'anneau de Saturne auroit pu se trouver au même degré de température dont jouit aujourd'hui la terre, si la chaleur de Saturne, surpassant toujours la chaleur propre de l'anneau, n'avoit pas continué de le brûler pendant plusieurs autres périodes de temps.

Car le moment où la chaleur envoyée par Saturne à son anneau étoit égale à la chaleur propre de cet anneau s'est trouvé dès le temps de l'incandescence, où cette chaleur

envoyée par Saturne étoit plus forte que la chaleur propre de l'anneau dans le rapport de 2873 1/2 à 1250.

Dès lors on voit que la chaleur propre de l'anneau a été au dessous de celle que lui envoyoit Saturne dès le temps de l'incandescence, et que, dans ce même temps, Saturne ayant envoyé à son anneau une chaleur 259332 fois plus grande que celle du soleil, il lui envoyoit encore, à la fin de la première période de 360 ans 7/25, une chaleur 258608 7/25 fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit diminué que de 25 à 24 40/43; et au bout d'une seconde période de 360 ans 7/25, c'est-à-dire après la déperdition de la chaleur propre de l'anneau, jusqu'au point extrême de 1/25 de la chaleur actuelle de la terre, Saturne envoyoit encore à son anneau une chaleur 257984 14/25 fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de 24 40/43 à 24 37/43.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, et qui décroît constamment de 3/43 par chaque période de 360 ans 7/25, diminue par conséquent, sur l'anneau, de 723 18/25 pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 351 périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son anneau sera encore à très-peu près 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du soleil.

Mais comme la chaleur du soleil, tant sur Saturne que sur ses satellites et sur son anneau, est à celle du soleil sur la terre à peu près :: 1 : 90, et que la chaleur de la terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le soleil envoie sur la terre; et, cette dernière chaleur étant 1/50 de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de 351 périodes de 360 ans 7/25 chacune, c'est-à-dire au bout de 126458 ans, la chaleur que Saturne enverra encore à son anneau sera égale à la chaleur actuelle de la terre, et que, n'ayant plus aucune chaleur propre depuis très-long-temps, cet anneau ne laissera pas de jouir encore alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la terre.

Et comme cette chaleur envoyée par Saturne aura prodigieusement prolongé le refroidissement de son anneau au point de la température actuelle de la terre, elle le prolongera de même pendant 351 autres périodes pour arriver au point extrême de 1/25 de la chaleur actuelle du globe terrestre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 252916 de la formation des planètes que l'anneau de Saturne sera refroidi à 1/25 de la température actuelle de la terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du soleil, relativement à la compensation qu'elle a dû faire à la diminution de la température de l'anneau dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre de l'anneau, cette chaleur du soleil n'auroit fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période, qui est de 360 ans 7/25, cette même chaleur du soleil auroit fait une compensation de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du soleil auroit en effet été de 15 jours; mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre de l'anneau :: 2873 1/2 : 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ elle n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{4123\frac{1}{2}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui auroit été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre de l'anneau, doit être diminuée dans la raison de 2867 1/3 à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne étoit encore plus grande que la chaleur propre de l'anneau dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{2917\frac{1}{3}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{4123\frac{1}{2}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{2917\frac{1}{3}}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a

$\frac{\frac{4}{361}}{12029624}$ ou $\frac{78\frac{5}{361}}{12029624}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur propre pendant cette première période de 360 ans 7/25, donnent $\frac{975\frac{63}{361}}{12029624}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du soleil pendant cette première période; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{975\frac{63}{361}}{12029624}$ :: 360 7/25 : $\frac{351336}{300740600}$, ou :: 360 ans 7/25 : 10 heures 14 minutes. Ainsi le prolongement du refroidissement par la chaleur du soleil sur l'anneau de Saturne pendant la première période, au lieu d'avoir été de 15 jours, n'a réellement été que de 10 heures 14 minutes.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la compensation, dans le temps de l'incandescence, ayant été $\frac{\frac{4}{361}}{4123\frac{1}{2}}$, sera, à la fin de 351 périodes, de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces 351 périodes que la température de l'anneau sera égale à la température actuelle de la terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{4123\frac{1}{2}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces 351 périodes, on a $\frac{\frac{16514}{361}}{206175}$ ou $\frac{45\frac{2}{3}}{206175}$ qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur pendant toutes ces périodes, donnent $\frac{571}{206175}$ environ pour la compensation totale, par la chaleur du soleil, pendant les 351 périodes de 360 ans 7/25 chacune; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{571}{206175}$ :: 126458 : 14 ans $\frac{1}{125}$. Ainsi le prolongement total qu'a fait et que fera la chaleur du soleil sur l'anneau de Saturne n'est que de 14 ans $\frac{1}{125}$, qu'il faut ajouter aux 126458 ans : d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 126473 de la formation des planètes que cet anneau jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, et qu'il faudra le double du temps, c'est-à-dire que ce ne sera que dans l'année 252946 de la formation des planètes que la température de l'anneau de Saturne sera refroidie à 1/25 de la température actuelle de la terre.

Pour faire sur les satellites de Saturne la même évaluation que nous venons de faire sur le refroidissement de son anneau, nous supposerons, comme nous l'avons dit, que le premier de ces satellites, c'est-à-dire le plus voisin de Saturne, est de la grandeur de la lune; le second, de celle de Mercure; le troisième, de la grandeur de Mars; le quatrième et le cinquième, de la grandeur de la terre. Cette supposition, qui ne pourroit être exacte que par un grand hasard, ne s'éloigne cependant pas assez de la vérité pour que, dans le réel, elle ne nous fournisse pas des résultats qui pourront achever de compléter nos idées sur les temps où la nature a pu naître et périr dans les différens globes qui composent l'univers solaire.

Partant donc de cette supposition, nous verrons que le premier satellite, étant grand comme la lune, a dû se consolider jusqu'au centre en 145 ans 3/4 environ, parce que, n'étant que de 3/11 du diamètre de la terre, il se seroit consolidé jusqu'au centre en 792 ans 3/4, s'il étoit de même densité : mais la densité de la terre étant à celle de Saturne et de ses satellites :: 1000 : 184, il s'ensuit qu'on doit diminuer le temps de la consolidation et du refroidissement dans la même raison; ce qui donne 145 ans 3/4 pour le temps nécessaire à la consolidation. Il en est de même du temps du refroidissement au point de pouvoir toucher sans se brûler la surface de ce satellite : on trouvera, par les mêmes règles de proportion, qu'il aura perdu assez de sa chaleur propre pour arriver à ce point en 1701 ans 16/25, et ensuite que, par la même déperdition de sa chaleur propre, il se seroit refroidi au point de la température actuelle de la terre en 3715 ans $\frac{67}{125}$.

Or, l'action de la chaleur du soleil étant en raison inverse du carré de la distance, la compensation que cette chaleur envoyée par le soleil a faite au commencement de cette première période, dans le temps de l'incandescence, a été $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de

cette même période de 3715 ans $\frac{87}{125}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ de la compensation dans le premier et dans le dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{104}{361}}{1350}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période de 3715 ans $\frac{87}{125}$; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ :: 3715 ans $\frac{87}{125}$: 156 jours. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du soleil n'a été que de 156 jours pendant cette première période.

Mais la chaleur de Saturne, qui dans le temps de l'incandescence, c'est-à-dire dans le commencement de cette première période, étoit 25, n'avoit encore diminué au bout de 3715 ans $\frac{87}{125}$ que de 25 à 24 4/13 environ; et comme ce satellite n'est éloigné de Saturne que de 66900 lieues, tandis qu'il est éloigné du soleil de 313 millions 500 mille lieues, la chaleur envoyée par Saturne à ce premier satellite auroit été à la chaleur envoyée par le soleil comme le carré de 313500000 est au carré de 66900, si la surface que Saturne présente à ce satellite étoit égale à la surface que lui présente le soleil : mais la surface de Saturne, qui n'est, dans le réel, que $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$ de celle du soleil, paroît néanmoins à ce satellite plus grande que celle de cet astre dans le rapport inverse du carré des distances ; on aura donc $(66900)^2 : (313500000)^2 :: \frac{90\frac{1}{4}}{11449} : 173102$ environ; donc la surface que Saturne présente à son premier satellite étant 173 mille 102 fois plus grande que celle que lui présente le soleil, Saturne, dans le temps de l'incandescence, étoit pour ce satellite un astre de feu 173102 fois plus grand que le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite n'étoit que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ dans le temps de l'incandescence, et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ lorsqu'au bout de 3715 ans 2/3 il se seroit refroidi à la température actuelle de la terre; on aura donc 173102 multipliés par $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ ou $\frac{1918\frac{1}{5}}{1250}$ environ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Saturne au commencement de cette période dans le temps de l'incandescence, et $\frac{1918\frac{1}{5}}{50}$ pour la compensation que Saturne auroit faite à la fin de cette même période, s'il eût conservé son état d'incandescence : mais comme la chaleur propre de Saturne a diminué de 25 à 24 4/13 environ pendant cette période de 3715 ans 2/3, la compensation à la fin de cette période, au lieu d'être $\frac{1918\frac{1}{5}}{50}$, n'a été que $\frac{1865}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{1865}{50}$ et $\frac{1918\frac{1}{5}}{1250}$ de la compensation du premier et du dernier temps de cette période, on aura $\frac{48543\frac{1}{5}}{1250}$, lesquels multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{606790}{1250}$ ou 485 6/17 environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne sur son premier satellite pendant cette première période de 3715 ans 2/3 ; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps total de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 485 6/17 :: 3715 2/3 : 72136 environ. Ainsi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de son premier satellite pendant cette première période de 3715 2/3 a été de 72136 ans, tandis que la chaleur du soleil ne l'a prolongé pendant la même période que de 156 jours. En ajoutant ces deux termes avec celui de la période, qui est de 3715 ans environ, on voit que ce sera dans l'année 75853 de la formation des planètes, c'est-à-dire dans 1021 ans, que ce premier satellite de Saturne pourra jouir de la même température dont jouit aujourd'hui la terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite a été égale à sa chaleur propre s'est trouvé dès le premier moment

de l'incandescence, ou plutôt ne s'est jamais trouvé; car, dans le temps même de l'incandescence, la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite étoit encore plus grande que la sienne propre, quoiqu'il fût lui-même en incandescence, puisque la compensation que faisoit alors la chaleur de Saturne à la chaleur propre du satellite étoit $\frac{1958\frac{1}{2}}{1250}$, et que, pour qu'elle n'eût été qu'égale, il auroit fallu que la température n'eût été que $\frac{1250}{1250}$.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a été au dessous de celle que lui envoyoit Saturne dès le moment de l'incandescence, et que, dans ce même temps. Saturne ayant envoyé à ce satellite une chaleur 173102 fois plus grande que celle du soleil, il lui envoyoit encore, à la fin de la première période de 3715 ans $\frac{87}{125}$, une chaleur 168308 2/5 fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit diminué que de 25 à 24 4/13; et au bout d'une seconde période de 3715 ans $\frac{87}{125}$; après la déperdition de la chaleur propre de ce satellite, jusqu'au point extrême de 1/25 de la chaleur actuelle de la terre, Saturne envoyoit encore à ce satellite une chaleur 163414 4/5 fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de 24 4/13 à 23 8/13.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, et qui décroît constamment de 9/13 par chaque période de 3715 ans $\frac{77}{125}$, diminue par conséquent, sur ce satellite, de 4893 3/5 pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 33 1/2 périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son premier satellite sera encore à très-peu près 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du soleil.

Mais comme cette chaleur du soleil sur Saturne et sur ses satellites est à celle du soleil sur la terre :: 1 : 90 à très-peu près, et que la chaleur de la terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le soleil envoie sur la terre; et cette dernière chaleur étant 1/50 de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de 33 1/2 périodes de 3715 ans $\frac{87}{125}$ chacune, c'est-à-dire au bout de 124475 ans 5/6, la chaleur que Saturne enverra encore à ce satellite sera égale à la chaleur actuelle de la terre, et que ce satellite, n'ayant plus aucune chaleur propre depuis très-long-temps, ne laissera pas de jouir alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la terre.

Et comme cette chaleur envoyée par Saturne a prodigieusement prolongé le refroidissement de ce satellite au point de la température actuelle de la terre, il le prolongera de même pendant 33 1/2 autres périodes, pour arriver au point extrême de 1/25 de la chaleur actuelle du globe de la terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 248951 de la formation des planètes que ce premier satellite de Saturne sera refroidi à 1/25 de la température actuelle de la terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température de ce satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du soleil n'auroit fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période, qui est de 3715 ans $\frac{87}{125}$, cette même chaleur du soleil auroit fait une compensation de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du soleil auroit été en effet de 156 jours; mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre du satellite :: 1918 1/5 : 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison, en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{3168\frac{1}{5}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui auroit été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de la première période, si on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la raison de 1865 à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne étoit encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être

$\frac{\frac{4}{361}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1915}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{3168\frac{1}{5}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{1915}$ du premier et du dernier temps de cette première période de 3715 ans $\frac{87}{125}$, on a $\frac{\frac{20332}{361}}{6067103}$ ou $\frac{56\frac{116}{161}}{6067103}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur du satellite pendant cette première période, donnent $\frac{704\frac{8}{45}}{6067103}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{704\frac{8}{45}}{6067103}$ :: 3715 $\frac{87}{125}$: $\frac{2616510\frac{1}{2}}{151677576}$, ou :: 3715 ans $\frac{87}{225}$: 6 jours 7 heures environ. Ainsi le prolongement du refroidissement par la chaleur du soleil pendant cette première période, au lieu d'avoir été de 156 jours, n'a réellement été que de 6 jours 7 heures.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la compensation, dans le temps de l'incandescence, ayant été, comme nous venons de le dire, $\frac{\frac{4}{361}}{3168\frac{1}{5}}$, sera, à la fin de 33 1/2 périodes de 3715 ans $\frac{87}{125}$ chacune, de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces 33 1/2 périodes que la température de ce satellite sera égale à la température actuelle de la terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{3168\frac{1}{5}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier et du dernier temps des 33 1/2 périodes, on a $\frac{\frac{12873}{361}}{158410}$ ou $\frac{35\frac{2}{3}}{158410}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur pendant toutes ces périodes, donnent $\frac{445\frac{5}{6}}{158410}$ pour la compensation totale, par la chaleur du soleil, pendant les 33 1/2 périodes de 3715 ans $\frac{87}{125}$ chacune; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total des périodes est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{445\frac{5}{6}}{158410}$ :: 124475 ans 5/6 : 14 ans 4 jours environ. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du soleil ne sera que de 14 ans 4 jours, qu'il faut ajouter aux 124475 ans 5/6 : d'où l'on voit que ce ne sera que sur la fin de l'année 124490 de la formation des planètes que ce satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, et qu'il faudra le double de ce temps, c'est-à-dire 248980 ans à dater de la formation des planètes, pour que ce premier satellite de Saturne puisse être refroidi à 1/25 de la température actuelle de la terre.

Faisant le même calcul pour le second satellite de Saturne, que nous avons supposé grand comme Mercure, et qui est à 85 mille 450 lieues de distance de sa planète principale, nous verrons que ce satellite a dû se consolider jusqu'au centre en 178 ans 3/25, parce que n'étant que de 1/3 du diamètre de la terre, il se seroit consolidé jusqu'au centre en 968 ans 1/3, s'il étoit de même densité : mais comme la densité de la terre est à la densité de Saturne et de ses satellites :: 1000 : 184, il s'ensuit qu'on doit diminuer les temps de la consolidation et du refroidissement dans la même raison; ce qui donne 178 ans 3/25 pour le temps nécessaire à la consolidation. Il en est de même du temps du refroidissement au point de toucher sans se brûler la surface du satellite; on trouvera, par les mêmes règles de proportion, qu'il s'est refroidi à ce point en 2079 ans 35/62, et ensuite qu'il s'est refroidi à la température actuelle de la terre en 4541 ans 1/2 environ. Or l'action de la chaleur du soleil étant en raison inverse du carré des distances, la compensation étoit au commencement de cette première période, dans le temps de l'incandescence, $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette même période de 4541 ans 1/2. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier et du dernier temps de cette période,

on a $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent, $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période de 4541 ans 1/2; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ :: 4541 1/2 : 191 jours. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du soleil auroit été de 191 jours pendant cette première période de 4441 ans 1/2.

Mais la chaleur de Saturne, qui, dans le temps de l'incandescence, étoit 25 fois plus grande que la chaleur actuelle de la terre, n'avoit diminué au bout de 4541 ans 1/2 que de 57/65 environ, et étoit encore 24 8/65 à la fin de cette même période : et ce satellite n'étant éloigné que de 85 mille 450 lieues de sa planète principale, tandis qu'il est éloigné du soleil de 313 millions 500 mille lieues, il en résulte que la chaleur envoyée par Saturne à ce second satellite auroit été comme le carré de 313500000 est au carré de 85450, si la surface que présente Saturne à ce satellite étoit égale à la surface que lui présente le soleil : mais la surface de Saturne, qui, dans le réel, n'est que $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$ de celle du soleil, paroît néanmoins plus grande à ce satellite dans le rapport inverse du carré des distances; on aura donc $(85450)^2 : (313500000)^2 :: \frac{90\frac{1}{4}}{11449}$: 106104 environ. Ainsi la surface que présente Saturne à ce satellite étant 106 mille 104 fois plus grande que la surface que lui présente le soleil, Saturne, dans le temps de l'incandescence, étoit pour son second satellite un astre de feu 106 mille 104 fois plus grand que le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre du satellite dans le temps de l'incandescence n'étoit que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et qu'à la fin de la période de 4541 ans 1/2, lorsqu'il se seroit refroidi par la déperdition de sa chaleur propre, au point de la température actuelle de la terre, la compensation par la chaleur du soleil a été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$. Il faut donc multiplier ces deux termes de compensation par 106104, et l'on aura $\frac{1175\frac{2}{3}}{1250}$ environ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Saturne sur ce satellite au commencement de cette première période dans le temps de l'incandescence, et $\frac{1175\frac{2}{3}}{50}$ pour la compensation que la chaleur de Saturne auroit faite à la fin de cette même période, s'il eût conservé son état d'incandescence : mais comme la chaleur propre de Saturne a diminué de 25 à 24 8/65 pendant cette période de 4541 ans 1/2, la compensation à la fin de la période, au lieu d'être $\frac{1175\frac{2}{3}}{50}$, n'a été que $\frac{1134\frac{17}{40}}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{1175\frac{2}{3}}{1250}$ et $\frac{1134\frac{17}{40}}{50}$ du premier et du dernier temps de la période, on a $\frac{29586\frac{11}{40}}{1250}$, lesquels multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{369203}{1250}$ ou 295 2/9 environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite pendant cette première période de 4541 ans 1/2; et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 295 2/9 :: 4541 1/2 : 53630 environ. Ainsi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de ce satellite pour cette première période a été de 53630 ans, tandis que la chaleur du soleil, pendant le même temps, ne l'a prolongé que de 191 jours : d'où l'on voit, en ajoutant ces temps à celui de la période, qui est de 4541 ans 1/2, que c'a été dans l'année 58173 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 16659 ans, que ce second satellite de Saturne jouissoit de la même température dont jouit aujourd'hui la terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite a été égale à sa chaleur propre s'est trouvé presque immédiatement après l'incandescence, c'est-à-dire à $\frac{74}{1775\frac{2}{3}}$ du premier terme de l'écoulement du temps de cette première période, qui multipliés par 181 35/50, nombre des années de cha-

que terme de cette période de 4541 ans 1/2, donnent 7 ans 5/6 environ. Ainsi c'a été dès l'année 8 de la formation des planetes que la chaleur envoyée par Saturne à son second satellite s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce même satellite.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a été au dessous de celle que lui envoyoit Saturne des le temps le plus voisin de l'incandescence, et que, dans le premier moment de l'incandescence, Saturne ayant envoyé à ce satellite une chaleur 106 mille 104 fois plus grande que celle du soleil, il lui envoyoit encore, à la fin de la premiere période de 4541 ans 1/2, une chaleur 102 mille 382 1/5 fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit diminué que de 25 a 24 8/65; et au bout d'une seconde période de 4541 ans 1/2, apres la déperdition de la chaleur propre de ce satellite, jusqu'au point extrême de 1/25 de la chaleur actuelle de la terre, Saturne envoyoit encore à ce satellite une chaleur 98 mille 660 2/5 fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de 24 6/65 à 23 16/65.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, et qui décroît constamment de 57/65 par chaque période de 4541 ans 1/2, diminue par conséquent sur ce satellite de 3721 4/5 pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 26 1/5 périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son second satellite sera encore à peu près 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du soleil.

Mais comme cette chaleur du soleil sur Saturne et sur ses satellites est à celle du soleil sur la terre :: 1 : 90 à très-peu près, et que la chaleur de la terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le soleil envoie sur la terre; et cette derniere chaleur étant 1/50 de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de 26 1/3 périodes de 4541 ans 1/2, c'est-à-dire au bout de 119592 ans 5/6, la chaleur que Saturne enverra encore à ce satellite sera égale à la chaleur actuelle de la terre, et que ce satellite, n'ayant plus aucune chaleur propre depuis tres-long-temps, ne laissera pas de jouir alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la terre.

Et comme cette chaleur envoyée par Saturne a prodigieusement prolongé le refroidissement de ce satellite au point de la température de la terre, il le prolongera de même pendant 26 1/3 autres périodes pour arriver au point extrême 1/25 de la chaleur actuelle du globe de la terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 239185 de la formation des planètes que ce second satellite de Saturne sera refroidi à 1/25 de la température actuelle de la terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du soleil n'auroit fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période, qui est de 4541 ans 1/2, cette même chaleur du soleil auroit fait compensation de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du soleil auroit en effet été de 191 jours; mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre du satellite :: 1175 2/3 : 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{2425\frac{2}{3}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui auroit été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la raison de 1134 17/40 à 30, parce que la chaleur envoyée par Saturne étoit encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Des lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1184\frac{17}{40}}$. En ajoutant ces deux

termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{2425\frac{2}{3}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{1184\frac{17}{40}}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{14440\frac{11}{30}}{361}}{2873020\frac{1}{6}}$ ou $\frac{14440}{2873020\frac{1}{6}}$ environ, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{500}{2873020\frac{1}{6}}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette premicre période; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{500}{2873020}$ :: 4541 1/2 : $\frac{227075}{4309530}$, ou :: 4541 1/2 : 19 jours environ. Ainsi le prolongement du refroidissement par la chaleur du soleil, au lieu d'être de 191 jours, n'a réellement été que de 19 jours environ.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du soleil pendant toutes les périodes, on trouve que la compensation par la chaleur du soleil, dans le temps de l'incandescence, ayant été, comme nous venons de le dire, $\frac{\frac{4}{361}}{2425\frac{2}{3}}$, sera, à la fin de 26 1/3 périodes de 4541 ans 1/2 chacune, de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces 26 1/3 périodes que la température du satellite sera égale à la température actuelle de la terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{2425\frac{2}{3}}$ et $\frac{\frac{5}{361}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces 26 1/3 périodes, on a $\frac{\frac{9902}{361}}{121282}$ ou $\frac{27\frac{135}{361}}{121282}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur pendant toutes ces périodes, donnent $\frac{342\frac{313}{613}}{121282}$ pour la compensation totale, par la chaleur du soleil, pendant les 26 1/3 périodes de 4541 ans 1/2 chacune; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{342\frac{313}{361}}{121282}$ :: 119592 5/6 : 13/25 environ. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du soleil ne sera que de 13 ans 13/25, qu'il faut ajouter aux 119592 ans 5/6 : d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 119607 de la formation des planètes que ce satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, et qu'il faut le double du temps, c'est-à-dire que ce ne sera que dans l'année 239214 de la formation des planètes que sa température sera refroidie à 1/25 de la température actuelle de la terre.

Faisant les mêmes raisonnemens pour le troisième satellite de Saturne, que nous avons supposé grand comme Mars, et qui est éloigné de Saturne de 120 mille lieues, nous verrons que ce satellite auroit dû se consolider jusqu'au centre en 277 ans 19/20, parce que n'étant que 13/25 du diamètre de la terre, il se seroit refroidi jusqu'au centre en 1510 ans 3/5, s'il étoit de même densité; mais la densité étant à celle de ce satellite :: 1000 : 184, il s'ensuit qu'on doit diminuer le temps de sa consolidation dans la même raison; ce qui donne 277 ans 19/20 environ. Il en est de même du temps du refroidissement au point de pouvoir, sans se brûler, toucher la surface du satellite : on trouvera, par les mêmes règles de proportion, qu'il s'est refroidi à ce point en 3244 20/31, et ensuite qu'il s'est refroidi au point de la température actuelle de la terre en 7083 ans 11/15 environ. Or l'action de la chaleur du soleil étant en raison inverse du carré de la distance, la compensation étoit au commencement de cette premiere période, dans le temps de l'incandescence, $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette même période de 7083 ans 11/15. Ajoutant ces deux termes de compensation du premier et du dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période de 7083 ans 11/15; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le

temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ :: 7083 ans 11/15 : 296 jours. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du soleil n'a été que de 296 jours pendant cette première période de 7083 ans 11/15.

Mais la chaleur de Saturne, qui, dans le temps de l'incandescence, étoit 25, avoit diminué, au bout de la période de 7083 ans 11/15, de 25 à 23 41/65; et comme ce satellite est éloigné de Saturne de 120 mille lieues, et qu'il est distant du soleil de 313 millions 500 mille lieues, il en résulte que la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite auroit été comme le carré de 313500000 est au carré de 120000, si la surface que présente Saturne à ce satellite étoit égale à la surface que lui présente le soleil : mais la surface de Saturne, n'étant dans le réel, que $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$ de celle du soleil, paroît néanmoins à ce satellite plus grande que celle de cet astre dans le rapport inverse du carré des distances; on aura donc $(120000)^2$: $(313500000)^2$ :: $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$: 53801 environ. Donc la surface que Saturne présente à ce satellite est 53801 fois plus grande que celle que lui présente le soleil. Ainsi Saturne, dans le temps de l'incandescence, étoit pour ce satellite un astre de feu 53801 fois plus grand que le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite étoit $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, lorsqu'au bout de 7083 ans 2/3 il se seroit, comme Mars, refroidi à la température actuelle de la terre, et que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation par la chaleur du soleil n'étoit que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$; on aura donc 53801 multipliés par $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ ou $\frac{596\frac{48}{361}}{1250}$ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Saturne au commencement de cette période dans le temps de l'incandescence, et $\frac{596\frac{48}{361}}{50}$ pour la compensation à la fin de cette même période, si Saturne eût conservé son état d'incandescence : mais comme sa chaleur propre a diminué de 25 à 23 41/65 environ pendant cette période de 7083 ans 2/3, la compensation à la fin de cette période, au lieu d'être $\frac{596\frac{48}{361}}{50}$, n'a été que de $\frac{563\frac{1}{2}}{50}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{563\frac{1}{2}}{50}$ et $\frac{596\frac{48}{361}}{1250}$ du premier et du dernier temps de cette période, on aura $\frac{14683\frac{57}{90}}{1250}$ environ, lesquels multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{183545}{1250}$ environ ou 146 5/6 pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne sur ce troisième satellite pendant cette première période de 7083 ans 11/15; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : 146 5/6 :: 7083 2/3 : 41557 1/2 environ. Ainsi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de son troisième satellite pendant cette période de 7083 ans 2/3 a été de 41557 ans 1/2, tandis que la chaleur du soleil ne l'a prolongé pendant ce même temps que de 296 jours. Ajoutant ces deux temps à celui de la période de 7083 ans 2/3, on voit que ce seroit dans l'année 48643 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 26189 ans, que ce troisième satellite de Saturne auroit joui de la même température dont jouit aujourd'hui la terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite a été égale à sa chaleur propre s'est trouvé au 2 1/11 terme environ de l'écoulement du temps de cette première période, lequel multiplié par 283 1/3, nombre des années de chaque terme de la période de 7083 2/5, donne 630 ans 2/3 environ. Ainsi c'a été dès l'année 631 de la formation des planètes que la chaleur envoyée par Saturne à son troisième satellite s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce même satellite.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a été au dessous de celle que lui envoyoit Saturne dès l'année 631 de la formation des planètes, et que Saturne ayant envoyé à ce satellite une chaleur 53801 fois plus grande que celle du soleil, il lui envoyoit encore, à la fin de la première période de 7083 ans 2/3, une chaleur 50854 9/25 fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit diminué que de 25 à 23 41/65 en

viron ; et au bout d'une seconde période de 7083 ans 2/3, après la déperdition de la chaleur propre de ce satellite, jusqu'au point extrême de 1/25 de la chaleur actuelle de la terre, Saturne envoyoit encore à ce satellite une chaleur 47907 19/23 fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de 23 41/65 à 22 17/65.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, et qui décroît constamment de 1 24/65 par chaque période de 7083 ans 2/3, diminue par conséquent sur ce satellite de 2946 3/5 pendant chacune de ces périodes, en sorte qu'après 15 3/5 périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son troisième satellite sera encore 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du soleil.

Mais comme cette chaleur du soleil sur Saturne et sur ses satellites est à celle du soleil sur la terre :: 1 : 90 à très-peu près, et que la chaleur de la terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité de chaleur 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le soleil envoie sur la terre ; et cette dernière chaleur étant 1/50 de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de 15 3/4 périodes de 7083 ans 2/3, c'est-à-dire au bout de 111567 ans, la chaleur que Saturne enverra encore à ce satellite sera égale à la chaleur actuelle de la terre, et que ce satellite, n'ayant plus aucune chaleur propre depuis très-long-temps, ne laissera pas de jouir alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la terre.

Et comme cette chaleur envoyée par Saturne a très-considérablement prolongé le refroidissement de ce satellite au point de la température actuelle de la terre, il le prolongera de même pendant 15 3/4 autres périodes, pour arriver au point extrême de 1/25 de la chaleur actuelle de la terre ; en sorte que ce ne sera que dans l'année 223134 de la formation des planètes que ce troisième satellite de Saturne sera refroidi à 1/25 de la température actuelle de la terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du soleil n'auroit fait compensation dans le temps de l'incandescence que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période, qui est de 7083 ans 2/3, cette même chaleur du soleil auroit fait une compensation de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du soleil auroit en effet été de 296 jours. Mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre du satellite :: $596\frac{48}{361}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison ; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1846\frac{48}{361}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui auroit été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la raison de 563 1/2 à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne étoit encore plus grande que la chaleur propre de ce satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{361\frac{1}{2}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{1846\frac{48}{361}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{631\frac{1}{2}}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{9838}{361}}{1132602}$ ou $\frac{27\frac{1}{4}}{1132602}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{340\frac{5}{8}}{1132602}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du soleil pendant cette première période ; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{340\frac{5}{8}}{1132602}$ :: 7083 2/3 : $\frac{2412878\frac{3}{5}}{28315050}$, ou ::

7083 2/3 ans : 31 jours environ. Ainsi le prolongement du refroidissement par la chaleur du soleil, au lieu d'avoir été de 296 jours, n'a réellement été que de 31 jours.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du soleil pendant toutes ces périodes, on trouvera que la compensation par la chaleur du soleil, dans le temps de l'incandescence, ayant été comme nous venons de le dire $\frac{\frac{4}{361}}{1846\frac{48}{361}}$ sera, à la fin de 15 périodes 3/4 de 7083 2/3 chacune, de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces 15 périodes 3/4 que la température du satellite sera égale à la température actuelle de la terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{1846\frac{48}{361}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces 15 périodes 3/4, on a $\frac{\frac{7584\frac{5}{9}}{361}}{92306\frac{3}{5}}$ ou $\frac{21\frac{3}{324}}{92306\frac{3}{5}}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur pendant les 15 périodes 3/4 de 7083 ans 2/3 chacune, donnent $\frac{26\cdot\frac{5}{8}}{92306\frac{3}{5}}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total des périodes est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{262\frac{5}{8}}{92306\frac{3}{5}}$ :: 111567 ans : 12 ans 254 jours. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du soleil pendant toutes ces périodes ne sera que de 12 ans 254 jours, qu'il faut ajouter aux 111567 ans : d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 111580 de la formation des planètes que ce satellite jouira réellement de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, et qu'il faudra le double de ce temps, c'est-à-dire que ce ne sera que dans l'année 223160 de la formation des planetes que sa température pourra être refroidie à 1/25 de la température actuelle de la terre.

Faisant les mêmes raisonnemens pour le quatrieme satellite de Saturne, que nous avons supposé grand comme la terre, on verra qu'il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 534 ans 13/25, parce que ce satellite étant égal au globe terrestre, il se seroit consolidé jusqu'au centre en 2905 ans, s'il étoit de même densité; mais la densité de la terre étant à celle de ce satellite :: 1000 : 184, il s'ensuit qu'on doit diminuer le temps de la consolidation dans la même raison, ce qui donne 534 ans 13/25. Il en est de même du temps du refroidissement au point de toucher sans se brûler la surface du satellite : on trouvera, par les mêmes règles de proportion, qu'il s'est refroidi à ce point en 6239 9/16 ans, et ensuite qu'il s'est refroidi à la température actuelle de la terre en 13624 2/3. Or l'action de la chaleur du soleil étant en raison inverse du carré des distances, la compensation étoit au commencement de cette première période, dans le temps de l'incandescence, $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette même période de 13624 2/3. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier et du dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui, multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette période de 13624 ans 2/3; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ :: 13624 2/3 : 1 14/25 environ. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du soleil n'a été que 1 an 14/25 pendant cette première période 13624 ans 2/3.

Mais la chaleur de Saturne, qui, dans le temps de l'incandescence, étoit vingt-cinq fois plus grande que la chaleur de la température actuelle de la terre, n'avoit encore diminué, au bout de cette période de 13624 2/3, que de 25 à 22 19/65 environ; et comme ce satellite est à 278 mille lieues de distance de Saturne, et à 313 millions 500 mille lieues de distance du soleil, la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence auroit été en raison du carré de 313500000 au carré de 278000, si la surface que présente Saturne à son qua-

trième satellite étoit égale à la surface que lui présente le soleil; mais la surface de Saturne n'étant, dans le réel, que $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$ de celle du soleil, paroît néanmoins à ce satellite plus grande que celle de cet astre, dans la raison inverse du carré des distances. Ainsi l'on aura $(278000)^2 : (313500000)^2 :: \frac{90\frac{1}{4}}{11449} :$ 10024 1/2 environ. Donc la surface que présente Saturne à ce satellite est 10024 1/2 fois plus grande que celle que lui présente le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite n'étoit que $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, lorsqu'au bout de 13624 ans 1/2, il se seroit refroidi comme la terre au point de la température actuelle, et que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation par la chaleur du soleil n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$; on aura donc 10024 1/2 multipliés par $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ ou $\frac{111\frac{27}{361}}{1250}$ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Saturne au commencement de cette période dans le temps de l'incandescence, et $\frac{111\frac{27}{361}}{50}$ pour la compensation que la chaleur de Saturne auroit faite à la fin de cette même période, s'il eût conservé son état d'incandescence; mais comme la chaleur propre de Saturne a diminué de 25 à 22 19/65 environ pendant cette période de 13524 ans 2/3, la compensation à la fin de cette période, au lieu d'être $\frac{111\frac{27}{361}}{50}$ n'a été que de $\frac{99\frac{1}{25}}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{99\frac{1}{25}}{50}$ et $\frac{111\frac{27}{361}}{1250}$ de la compensation du premier et du dernier temps de cette période, on aura $\frac{2587\frac{27}{361}}{1250}$ environ, lesquels, multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{32531}{1250}$ ou 26 1/50 environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne sur son quatrième satellite pendant cette première période de 13624 ans 2/3; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 26 1/50 :: 13624 2/3 : 14180 19/50. Ainsi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de ce satellite a été de 14180 ans 19/50 environ pour cette première période, tandis que le prolongement de son refroidissement par la chaleur du soleil n'a été que de 1 an 14/25. Ajoutant à ces deux temps celui de la période, on voit que ce seroit dans l'année 27807 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 47025 ans, que ce quatrième satellite auroit joui de la même température dont jouit aujourd'hui la terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce quatrième satellite a été égale à sa chaleur propre s'est trouvé au 11 1/4 terme environ de cette première période, qui multiplié par 545, nombre des années de chaque terme de cette période, donne 6131 ans 1/2; en sorte que c'a été dans l'année 6132 de la formation des planètes que la chaleur envoyée par Saturne à son quatrième satellite s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce satellite.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a été au dessous de celle que lui envoyoit Saturne dans l'année 6123 de la formation des planètes, et que Saturne ayant envoyé à ce satellite une chaleur 10024 1/2 fois plus grande que celle du soleil, il lui envoyoit encore, à la fin de la première période de 13624 ans 2/3, une chaleur 8938 19/25 fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur de Saturne n'avoit diminué que de 25 à 22 39/65 pendant cette premiere période de 13624 ans 2/3, après la déperdition de la chaleur propre de ce satellite, jusqu'au point extrême de 1/25 de la température actuelle de la terre, Saturne envoyoit encore à ce satellite une chaleur 7853 1/25 fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de 22 19/65 à 20 48/65.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, et qui décroît constamment de 2 46/65 par chaque période de 13624 ans 2/3, diminue par conséquent sur son satellite de 1085 18/25 pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après quatre périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son quatrieme satellite sera encore 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du soleil.

Mais comme cette chaleur du soleil sur Saturne et sur ses satellites est à celle du

soleil sur la terre :: 1 : 90 à très-peu près, et que la chaleur de la terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité de chaleur 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le soleil envoie sur la terre; et cette dernière chaleur étant 1/50 de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de quatre périodes de 13624 ans 2/3 chacune, c'est-à-dire au bout de 54498 ans 2/3, la chaleur que Saturne a envoyée à son quatrième satellite étoit égale à la chaleur actuelle de la terre, et que ce satellite, n'ayant plus aucune chaleur propre depuis long-temps, n'a pas laissé de jouir alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la terre.

Et comme cette chaleur envoyée par Saturne a considérablement prolongé le refroidissement de ce satellite au point de la température actuelle de la terre, il le prolongera de même pendant quatre autres périodes, pour arriver au point extrême de 1/25 de la chaleur actuelle du globe terrestre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 108997 de la formation des planetes que ce quatrième satellite de Saturne sera refroidi à 1/25 de la température actuelle de la terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du soleil n'auroit fait compensation dans le temps de l'incandescence que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période, qui est de 13624 ans 2/3, cette même chaleur du soleil auroit fait une compensation de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du soleil auroit en effet été de 1 an 214 jours; mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre du satellite :: 111 $\frac{27}{361}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1361\frac{27}{361}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui auroit été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la raison de 99 1/5 à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne étoit encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{149\frac{1}{5}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{1361\frac{27}{361}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{149\frac{1}{5}}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{6014\frac{1}{14}}{361}}{203072\frac{4}{11}}$ ou $\frac{16\frac{238}{361}}{203072\frac{4}{11}}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{208\frac{4}{11}}{203072\frac{4}{11}}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du soleil pendant cette première période; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{203072\frac{4}{11}}{208\frac{7}{30}}$ :: 13624 2/3 : $\frac{2837109\frac{5}{6}}{5076809}$, ou :: 13624 ans 2/3 : 204 jours environ. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du soleil, au lieu d'avoir été de 1 an 204 jours, n'a réellement été que de 204 jours.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite la chaleur du soleil pendant toutes ces périodes, on trouvera que la compensation, dans le temps de l'incandescence, ayant été $\frac{\frac{4}{361}}{1361\frac{27}{361}}$, sera, à la fin de quatre périodes, $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces quatre périodes que la température de ce satellite sera égale à la température actuelle de la terre. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{361}}{1361\frac{27}{361}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier et du dernier

temps de ces quatre périodes, on a $\frac{\frac{5644\frac{3}{11}}{361}}{68053\frac{4}{9}}$, ou $\frac{15\frac{229}{361}}{68053\frac{4}{9}}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{195\frac{5}{6}}{68053\frac{4}{9}}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant les quatre périodes de 13624 ans 2/3 chacune; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation en même raison que le temps total de ces périodes est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{195\frac{5}{6}}{68053\frac{4}{9}}$ :: 54498 ans 2/3 : 6 ans 87 jours. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du soleil sur ce satellite ne sera que de 6 ans 87 jours, qu'il faut ajouter aux 54498 ans 2/3 : d'où l'on voit que c'a été dans l'année 54505 de la formation des planètes que ce satellite a joui de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, et qu'il faudra le double de ce temps, c'est-à-dire que ce ne sera que dans l'année 109010 de la formation des planètes que sa température sera refroidie à 1/25 de la température actuelle de la terre.

Enfin, faisant le même raisonnement pour le cinquième satellite de Saturne, que nous supposerons encore grand comme la terre, on verra qu'il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 534 ans 13/25, se refroidir au point d'en toucher la surface sans se brûler en 6239 ans 9/16, et au point de la température actuelle de la terre en 13624 ans 2/3, et l'on trouvera de même que le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du soleil n'a été que de 1 an 204 jours pour la première période de 13624 ans 2/3.

Mais la chaleur de Saturne, qui, dans le temps de l'incandescence, étoit 25 fois plus grande que la chaleur actuelle de la terre, n'avoit encore diminué, au bout de cette période de 13624 2/3, que de 25 à 22 19/65; et comme ce satellite est à 808 mille lieues de Saturne, et à 313 millions 500 mille lieues de distance du soleil, la chaleur envoyée par Saturne, dans le temps de l'incandescence, à ce satellite, auroit été en raison du carré de 313500000 au carré de 808000, si la surface que présente Saturne à son cinquieme satellite étoit égale à la surface que lui présente le soleil; mais la surface de Saturne n'étant, dans le réel, que $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$ de celle du soleil, paroît néanmoins plus grande à ce satellite que celle de cet astre dans la raison inverse du carré des distances. Ainsi l'on aura (808000) ² : (313500000) ² :: $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$: 1185 2/3. Donc la surface que Saturne présente à ce satellite est 1186 2/3 fois plus grande que celle que lui présente le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite n'étoit que $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, lorsqu'au bout de 13624 ans 2/3 il se seroit refroidi, comme la terre, au point de la température actuelle, et que, dans le temps de l'incandescence, la compensation par la chaleur du soleil n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$; on aura donc 1186 2/3, multipliés par $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ ou $\frac{13\frac{53}{361}}{1250}$ pour la compensation dans le temps de l'incandescence, et $\frac{13\frac{53}{361}}{50}$ pour la compensation à la fin de cette première période, si Saturne eût conservé son état d'incandescence : mais comme sa chaleur propre a diminué de 25 à 23 19/65 pendant cette période de 13624 2/3, la compensation à la fin de la période, au lieu d'être $\frac{13\frac{53}{361}}{50}$, n'a été que de $\frac{11\frac{37}{50}}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{11\frac{37}{50}}{50}$ et $\frac{13\frac{53}{361}}{1250}$ du premier et du dernier temps de cette période, on aura $\frac{306\frac{417}{722}}{1250}$, lesquels étant multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{3832\frac{16}{45}}{1250}$, ou $3\frac{82\frac{1}{3}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne pendant cette première période; et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $3\frac{82\frac{1}{3}}{1250}$ :: 13624 1/2 : 1670 43/50. Ainsi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de ce satellite pendant cette première période de 13624 2/3 a été de 1670 ans 43/50, tandis que le pro-

longement du refroidissement par la chaleur du soleil n'a été que de 1 au 204 jours. Ajoutant ces deux temps du prolongement du refroidissement au temps de la période, qui est de 13624 ans 2/3, on aura 15297 ans 30 jours environ : d'où l'on voit que ce seroit dans l'année 15298 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 59534 ans, que ce cinquième satellite de Saturne auroit joui de la même température dont jouit aujourd'hui la terre.

Dans le commencement de la seconde période de 13624 ans 2/3, la chaleur de Saturne a fait compensation de $\frac{11\frac{37}{50}}{50}$, et auroit fait à la fin de cette même période une compensation de $\frac{293\frac{1}{2}}{50}$, si Saturne eût conservé son même état de chaleur; mais comme sa chaleur propre a diminué pendant cette seconde période de 22 19/65 à 20 48/65, cette compensation, au lieu d'être $\frac{293\frac{1}{2}}{50}$, n'est que de $\frac{273\frac{3}{89}}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{11\frac{37}{50}}{50}$ et $\frac{273\frac{3}{89}}{50}$ du premier et du dernier temps de cette seconde période, on aura $\frac{284\frac{3}{4}}{50}$ à très-peu près, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{3559}{50}$ ou 71 9/50 pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne pendant cette seconde période ; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 71 9/50 :: 13624 2/5 : 38792 19/100. Ainsi le prolongement du temps pour le refroidissement de ce satellite par la chaleur de Saturne, ayant été de 1670 ans 43/50 pour la première période, a été de 38792 ans 19/100 pour la seconde.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce satellite est au 4 15/58 terme à très-peu près de l'écoulement du temps dans cette seconde période, qui, multiplié par 545, nombre des années de chaque terme de ces périodes, donne 2320 ans 336 jours, lesquels étant ajoutés aux 243 jours de la première période donnent 15945 ans 224 jours. Ainsi c'a été dans l'année 15945 de la formation des planètes que la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite s'est trouvée égale à sa chaleur propre.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a été au dessous de celle que lui envoyoit Saturne dans l'année 15946 de la formation des planètes, et que Saturne ayant envoyé à ce satellite, dans le temps de l'incandescence, une chaleur 1186 2/3 fois plus grande que celle du soleil, il lui envoyoit encore, à la fin de la première période de 13624 ans 2/3, une chaleur 1058 21/75 fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur de Saturne n'avoit diminué que de 25 à 22 19/65 pendant cette première période; et au bout d'une seconde période de 13624 ans 2/3, après la déperdition de la chaleur propre de ce satellite, jusqu'à 1/25 de la température actuelle de la terre, Saturne envoyoit encore à ce satellite une chaleur de 929 13/15 fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de 22 19/65 à 20 48/65.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, et qui décroît constamment de 2 46/65 par chaque période de 13624 ans 2/3, diminue par conséquent sur ce satellite de 128 29/75, pendant chacune de ces périodes.

Mais comme cette chaleur du soleil sur Saturne et sur ses satellites est à celle du soleil sur la terre :: 1 : 90, à très-peu près, et que la chaleur de la terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du soleil, il s'ensuit que jamais Saturne n'a envoyé à ce satellite une chaleur égale à celle du globe de la terre, puisque, dans le temps même de l'incandescence, cette chaleur, envoyée par Saturne, n'étoit que 1186 2/3 fois plus grande que celle du soleil sur Saturne, c'est-à-dire $\frac{1186\frac{2}{3}}{90}$ ou 13 17/90 fois plus grande que celle de la chaleur du soleil sur la terre, ce qui ne fait que $\frac{13\frac{17}{90}}{50}$ de la chaleur actuelle du globe de la terre ; et c'est par cette raison qu'on doit s'en tenir à l'évaluation telle que nous l'avons faite ci-dessus dans la première et la seconde période du refroidissement de ce satellite.

Mais l'évaluation de la compensation faite par la chaleur du soleil doit être faite comme celle des autres satellites, parce qu'elle dépend encore beaucoup de celle que la chaleur de Saturne a faite sur ce même satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du soleil n'auroit fait compensation, dans le

temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et qu'à la fin de cette même période de 13624 ans 2/3 cette même chaleur du soleil auroit fait une compensation de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du soleil auroit en effet été de 1 an 204 jours : mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre du satellite :: 13 53/361 : 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, elle n'a été que de $\frac{\frac{4}{361}}{1262\frac{53}{361}}$, au commencement de cette période, et que cette compensation, qui auroit été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la même raison de 11 37/50 à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne étoit encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation, à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{61\frac{57}{50}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{1363\frac{53}{361}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{61\frac{37}{50}}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{5299\frac{6}{11}}{361}}{77987}$ ou $\frac{14\frac{2}{3}}{77987}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{133\frac{1}{3}}{77987}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{183\frac{1}{3}}{77987}$ :: 13624 2/3 : 1 an 186 jours. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du soleil, au lieu d'avoir été de 1 an 204 jours, n'a réellement eté que de 1 an 186 jours pendant la première période.

Dans la seconde période la compensation, étant au commencement $\frac{\frac{4}{361}}{61\frac{37}{50}}$, sera à la fin de cette même période $\frac{\frac{100}{361}}{60\frac{1}{3}}$, parce que la chaleur envoyée par Saturne pendant cette seconde période a diminué dans cette même raison. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{361}}{61\frac{37}{50}}$ et $\frac{\frac{100}{361}}{60\frac{1}{3}}$, on a $\frac{\frac{6415\frac{2}{3}}{361}}{3715}$, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{80196}{361}}{3715}$ ou $\frac{222\frac{3}{361}}{3715}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du soleil pendant cette seconde période ; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{222\frac{54}{361}}{3715}$ :: 13624 2/3 : 32 ans 214 jours. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du soleil sera de 32 ans 214 jours pendant cette seconde période. Ajoutant donc ces deux temps, 1 an 186 jours et 32 ans 214 jours du prolongement du refroidissement par la chaleur du soleil pendant la première et la seconde période, aux 1670 ans 313 jours du prolongement par la chaleur de Saturne pendant la première période, et aux 38792 ans 69 jours du prolongement par cette même chaleur de Saturne pour la seconde période, on a pour le prolongement total 40497 ans 52 jours, qui étant joints aux 27249 ans 121 jours des deux périodes font en tout 67746 ans 173 jours : d'où l'on voit que c'a été dans l'année 67747 de la formation des planetes, c'est-à-dire il y a 7085 ans, que ce cinquieme satellite de Saturne a été refroidi au point de 1/25 de la température actuelle de la terre.

Voici donc, d'après nos hypothèses, l'ordre dans lequel la terre, les planètes, et leurs satellites, se sont refroidis ou se refroidiront au point de la chaleur actuelle du globe terrestre, et ensuite au point d'une chaleur vingt-cinq fois plus petite que cette chaleur actuelle de la terre.

		REFROIDIES A LA TEMPÉRATURE ACTUELLE.	REFROIDIES à $\frac{1}{25}$ de la TEMPÉRATURE ACTUELLE.
LA TERRE		en 74832 ans.	En 618123 ans.
LA LUNE		en 16409	En 72514
MERCURE		en 54192	En 187765
VÉNUS		en 91643	En 228540
MARS		en 28538	En 60326
JUPITER		en 240451	En 483121
SATELLITES de JUPITER.	le 1er	en 222203	En 444406
	le 2e	en 193090	En 386180
	le 3e	en 176212	En 352424
	le 4e	en 70296	En 140542
SATURNE		en 130821	En 262020
ANNEAU DE SATURNE		en 126473	En 252496
SATELLITES de SATURNE.	le 1er	en 124490	En 248980
	le 2e	en 119607	En 239214
	le 3e	en 111580	En 223160
	le 4e	en 54505	En 109010
	le 5e	en 15298	En 67747

Et à l'égard de la consolidation de la terre, des planètes, et de leurs satellites, et de leur refroidissement respectif, jusqu'au moment où leur chaleur propre auroit permis de les toucher sans se brûler, c'est-à-dire, sans ressentir de la douleur, nous avons trouvé qu'abstraction faite de toute compensation, et ne faisant attention qu'à la déperdition de leur chaleur propre, les rapports de leur consolidation jusqu'au centre, et de leur refroidissement au point de pouvoir les toucher sans se brûler, sont dans l'ordre suivant.

	CONSOLIDÉES JUSQU'AU CENTRE.	REFROIDIES à pouvoir LES TOUCHER.
LA TERRE	en 2905 ans.	En........ 33911 ans.
LA LUNE	en 556	En........ 6492
MERCURE	en 1976 $\frac{3}{10}$	En........ 23054
VÉNUS	en 3484 $\frac{22}{25}$	En........ 40674
MARS	en 1102 $\frac{18}{25}$	En........ 12873
JUPITER	en 9331	En........ 108922
SATELLITES de JUPITER. le 1er	en 231 $\frac{43}{125}$	En........ 2690 $\frac{2}{5}$
le 2e	en 282 $\frac{733}{1000}$	En........ 3300 $\frac{67}{100}$
le 3e	en 435 $\frac{51}{200}$	En .... 5149 $\frac{11}{200}$
le 4e	en 848 $\frac{1}{4}$	En........ 9902
SATURNE	en 5078	En........ 59276
ANNEAU DE SATURNE	en 18 $\frac{17}{25}$	En........ 217 $\frac{773}{1000}$
SATELLITES de SATURNE. le 1er	en 145 $\frac{3}{4}$	En .... 4701 $\frac{70}{105}$
le 2e	en 178 $\frac{3}{25}$	En........ 2079 $\frac{35}{62}$
le 3e	en 277 $\frac{19}{25}$	En........ 3244 $\frac{20}{31}$
le 4e	en 534 $\frac{3}{25}$	En........ 6239 $\frac{9}{16}$
le 5e	en 534 $\frac{13}{25}$	En... .... 6239 $\frac{9}{16}$

Ces rapports, quoique moins précis que ceux du refroidissement à la température actuelle, le sont néanmoins assez pour notre objet, et c'est par cette raison que je n'ai pas cru devoir prendre la même peine pour faire l'évaluation de toutes les compensations que la chaleur du soleil, aussi bien que celle de la lune, et celle des satellites de Jupiter et de Saturne, ont pu faire à la perte de la chaleur propre de chaque planète, pour le temps nécessaire à leur consolidation jusqu'au centre. Comme ces temps ont précédé celui de l'établissement de la nature vivante, et que les prolongemens produits par les compensations dont nous venons de parler ne sont pas d'un très-grand nombre d'années, cela devient indifférent aux vues que je me propose, et je me contenterai d'établir, par une simple règle de proportion, les rapports de ces prolongemens pour les temps nécessaires à la consolidation des planètes, et à leur refroidissement jusqu'au point de pouvoir les toucher : par exemple, on trouvera le temps de la consolidation de la terre jusqu'au centre en disant : La période de 74047 ans du temps nécessaire pour son refroidissement à la température actuelle (abstraction faite de toute compensation) *est à la période* de 2905, temps nécessaire à la consolidation jusqu'au centre (abstraction faite aussi de toute compensation), *comme la période* 74832 de son refroidissement à la température actuelle, toute compensation évaluée, *est à* 2936 ans, temps réel de sa consolidation, toute compensation aussi comprise : et de même on dira : La période de 74047 du temps nécessaire pour le refroidissement de la terre à la tempéra-

ture actuelle (abstraction faite de toute compensation) *est à la période* de 33911 ans, temps nécessaire à son refroidissement au point de pouvoir la toucher (abstraction faite aussi de toute compensation), *comme la période* 74832 de son refroidissement à la température actuelle, toute compensation évaluée, *est à* 34270 ans 1/2, temps réel de son refroidissement jusqu'au point de pouvoir la toucher, toute compensation évaluée.

On aura donc, dans la table suivante, l'ordre de ces rapports, que je joins à ceux indiqués ci-devant, pour le refroidissement à la température actuelle, et à 1/25 de cette température :

CONSOLIDÉES JUSQU'AU CENTRE.	REFROIDIES à pouvoir LES TOUCHER.	REFROIDIES A LA TEMPÉRATURE ACTUELLE.	REFROIDIES à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle.
	LA TERRE.		
En... 2936 ans.	En... 34270 $\frac{1}{2}$ ans.	En... 74832 ans.	En... 168123 ans.
	LA LUNE.		
En... 644	En... 7515	En... 16409	En... 72514
	MERCURE.		
En... 2127	En... 24813	En... 54192	En... 187765
	VÉNUS.		
En... 3596	En... 41969	En... 91643	En... 128540
	MARS.		
En... 1130	En... 13034	En... 28538	En... 60326
	JUPITER.		
En... 9433	En... 110118	En... 240451	En... 483121
	Ier SATELLITE.		
En... 8886	En... 101376	En... 222203	En... 444406
	IIe SATELLITE.		
En... 7496	En... 87500	En.. 193090	En... 386180
	IIIe SATELLITE.		
En... 6821	En... 80700	En... 176212	En... 352424
	IVe SATELLITE.		
En... 2758	En... 32194	En... 70296	En... 140542
	SATURNE.		
En... 5140	En... 59911	En... 130821	En... 262020
	ANNEAU DE SATURNE.		
En... 6558	En... 76512	En... 126473	En... 252946
	Ier SATELLITE.		
En... 4891	En... 57011	En... 124490	En... 248980
	IIe SATELLITE.		
En... 4688	En... 54774	En... 119607	En... 239214
	IIIe SATELLITE.		
En... 4533	En... 51108	En... 111580	En... 223160
	IVe SATELLITE.		
En... 2138	En... 24962	En... 54505	En... 109010
	Ve SATELLITE.		
En... 600	En... 7003	En... 15298	En... 67747

Il ne manque à cette table, pour lui donner toute l'exactitude qu'elle peut comporter, que le rapport des densités des satellites à la densité de leur planète principale, que nous n'y avons pas fait entrer, à l'exception de la lune, où cet élément est employé. Or, ne connoissant pas le rapport réel de la densité des satellites de Jupiter et des satellites de Saturne à leurs planètes principales, et ne connoissant que le rapport de la densité de la lune à la terre, nous nous fonderons sur cette analogie, et nous supposerons, en conséquence, que le rapport de la densité de Jupiter, ainsi que le rapport de la densité de Saturne, sont les mêmes que celui de la densité de la terre à la densité de la lune, qui est son satellite, c'est-à-dire :: 1000 : 702; car il est très-naturel d'imaginer, d'après cet exemple que la lune nous offre, que cette différence en-

tre la densité de la terre et de la lune vient de ce que ce sont les parties les plus légères du globe terrestre qui s'en sont séparées dans le temps de la liquéfaction pour former la lune : la vitesse de la rotation de la terre, étant de 9 mille lieues en vingt-trois heures cinquante-six minutes, ou de 6 lieues 1/4 par minute, étoit suffisante pour projeter un torrent de la matière liquide la moins dense, qui s'est rassemblé, par l'attraction mutuelle de ses parties, à 85 mille lieues de distance, et y a formé le globe de la lune, dans un plan parallèle à celui de l'équateur de la terre. Les satellites de Jupiter et de Saturne, ainsi que son anneau, sont aussi dans un plan parallèle à leur équateur, et ont été formés de même par la force centrifuge, encore plus grande dans ces grosses planètes que dans le globe terrestre, puisque leur vitesse de rotation est beaucoup plus grande. Et de la même manière que la lune est moins dense que la terre dans la raison de 702 à 1000, on peut présumer que les satellites de Jupiter et ceux de Saturne sont moins denses que ces planètes dans cette même raison de 702 à 1000. Il faut donc corriger, dans la table précédente, tous les articles des satellites d'après ce rapport, et alors elle se présentera dans l'ordre suivant :

TABLE PLUS EXACTE

Des temps du refroidissement des planètes et de leurs satellites.

CONSOLIDÉES JUSQU'AU CENTRE.	REFROIDIES à pouvoir LES TOUCHER.	REFROIDIES A LA TEMPÉRATURE ACTUELLE.	REFROIDIES à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle.
	LA TERRE.		
En......... 2936 ans.	En... 34270 $\frac{1}{2}$ ans.	En... 74832 ans.	En... 168123 ans.
	LA LUNE.		
En......... 644	En... 7515	En... 16409	En... 72514
	MERCURE.		
En......... 2127	En... 24813	En... 54192	En... 187765
	VÉNUS.		
En......... 3596	En... 41969	En... 91643	En... 228540
	MARS.		
En......... 1130	En... 13034	En... 28538	En... 60326
	JUPITER.		
En......... 9433	En... 110118	En... 240451	En... 483121
	SATELLITES DE JUPITER.		
1[er] en 6238	En... 71166	En... 155986	En... 311973
2[e] en 5262	En... 61425	En... 135549	En... 271098
3[e] en 4788	En... 56651 $\frac{2}{5}$	En... 123700 $\frac{5}{6}$	En... 247401 $\frac{4}{6}$
4[e] en 1936	En... 22600 $\frac{1}{5}$	En... 49348	En... 98696
	SATURNE.		
En......... 5140	En... 59911	En... 130821	En... 262020
	ANNEAU DE SATURNE.		
En......... 4604	En... 53711	En... 88784	En... 177568
	SATELLITES DE SATURNE.		
1[er] en 3433	En... 40021 $\frac{9}{25}$	En... 87392	En... 174784
2[e] en 3291	En... 38451	En... 83964	En... 167928
3[e] en 3182	En... 35878	En... 78329	En... 156658
4[e] en 1502	En... 17523 $\frac{1}{3}$	En... 38262 $\frac{1}{2}$	En... 76525
5[e] en 421 $\frac{1}{5}$	En... 4916	En... 10739	En... 47558

En jetant un coup d'œil de comparaison sur cette table, qui contient le résultat de nos recherches et de nos hypothèses, on voit :

1° Que le cinquième satellite de Saturne a été la première terre habitable, et que la nature vivante n'y a duré que depuis l'annee 4916 jusqu'à l'année 47558 de la formation des planètes, en sorte qu'il y a longtemps que cette planète secondaire est trop froide pour qu'il puisse y subsister des êtres organisés semblables à ceux que nous connoissons ;

2° Que la lune a été la seconde terre habitable, puisque son refroidissement au point de pouvoir en toucher la surface s'est fait en 7515 ans; et son refroidissement à la température actuelle s'étant fait en 16409 ans, il s'ensuit qu'elle a joui d'une chaleur convenable à la nature vivante peu d'années après les 7515 ans depuis la formation des planètes, et que par conséquent la nature organisée a pu y être établie dès ce temps, et que depuis cette année 7515 jusqu'à l'année 72514 la température de la lune s'est refroidie jusqu'à 10/25 de la chaleur actuelle de la terre, en sorte que les êtres organisés n'ont pu y subsister que pendant 60 mille ans tout au plus; et enfin qu'aujourd'hui, c'est-à-dire depuis 2318 ans environ, cette planète est trop froide pour être peuplée de plantes et d'animaux :

3° Que Mars a été la troisième terre habitable, puisque son refroidissement au point de pouvoir en toucher la surface s'est fait en 13034 ans; et son refroidissement à la température actuelle s'étant fait en 28538 ans, il s'ensuit qu'il a joui d'une chaleur convenable à la nature vivante peu d'années après les 13034, et que par conséquent la nature organisée a pu y être établie dès ce temps de la formation des planètes, et que, depuis cette année 13034 jusqu'à l'année 60326, la température s'est trouvée convenable à la nature des êtres organisés, qui, par conséquent, ont pu y subsister pendant 47292 ans; mais qu'aujourd'hui cette planète est trop refroidie pour être peuplée depuis plus de 14000 ans ;

4° Que le quatrième satellite de Saturne a été la quatrième terre habitable, et que la nature vivante y a duré depuis l'année 17523 et durera tout au plus jusqu'à l'année 76526 de la formation des planètes; en sorte que cette planète secondaire étant actuellement (c'est-à-dire en 74832) beaucoup plus froide que la terre, les êtres organisés ne peuvent y subsister que dans un état de langueur, ou même n'y subsistent plus;

5° Que le quatrième satellite de Jupiter a été la cinquième terre habitable, et que la nature vivante y a duré depuis l'année 22600 et y durera jusqu'à l'année 98696 de la formation des planètes; en sorte que cette planète secondaire est actuellement plus froide que la terre, mais pas assez néanmoins pour que les êtres organisés ne puissent encore y subsister ;

6° Que Mercure a été la sixième terre habitable, puisque son refroidissement au point de pouvoir le toucher s'est fait en 24813 ans, et son refroidissement à la température actuelle en 54192 ans; il s'ensuit donc qu'il a joui d'une chaleur convenable à la nature vivante peu d'années après les 24813 ans, et que par conséquent la nature organisée a pu y être établie dès ce temps, et que depuis cette année 24813 de la formation des planètes, jusqu'à l'année 187765, sa température s'est trouvée et se trouvera convenable à la nature des êtres organisés, qui par conséquent ont pu et pourront encore y subsister pendant 162952 ans; en sorte qu'aujourd'hui cette planète peut être peuplée de tous les animaux et de toutes les plantes qui couvrent la surface de la terre ;

7° Que le globe terrestre a été la septième terre habitable, puisque son refroidissement au point de pouvoir le toucher s'est fait en 34770 ans 1/2; et son refroidissement à la température actuelle s'étant fait en 74832 ans, il s'ensuit qu'il a joui d'une chaleur convenable à la nature vivante peu d'années après les 34770 ans 1/2, que par conséquent la nature, telle que nous la connoissons, a pu y être établie dès ce temps, c'est-à-dire il y a 40062 ans, et pourra encore y subsister jusqu'en l'année 178123, c'est-à-dire pendant 93291 ans, à dater de ce jour ;

8° Que le troisième satellite de Saturne a été la huitième terre habitable, et que la nature vivante y a duré depuis l'année 35878 et y durera jusqu'à l'année 156658 de la formation des planètes; en sorte que cette planète secondaire étant actuellement un peu plus chaude que la terre, la nature organisée y est dans sa vigueur, et telle qu'elle était sur la terre il y a trois ou quatre mille ans;

9° Que le second satellite de Saturne a été la neuvième terre habitable, et que la nature vivante y a duré depuis l'année 48451 et y durera jusqu'à l'année 167928 de la formation des planètes; en sorte que cette planète secondaire étant actuellement plus chaude que la terre, la nature organi-

sée y est dans sa pleine vigueur, et telle qu'elle étoit sur le globe terrestre il y a huit ou neuf mille ans ;

10° Que le premier satellite de Saturne a été la dixième terre habitable, et que la nature vivante y a duré depuis l'année 40020 et y durera jusqu'à l'année 174784 de la formation des planètes ; en sorte que cette planète secondaire étant actuellement considérablement plus chaude que le globe terrestre, la nature organisée y est dans sa première vigueur, et telle qu'elle étoit sur la terre il y a douze à treize mille ans ;

11° Que Vénus a été la onzième terre habitable, puisque son refroidissement au point de pouvoir la toucher s'est fait en 41969 ans ; et son refroidissement à la température actuelle s'étant fait en 91643 ans, il s'ensuit qu'elle jouit actuellement d'une chaleur plus grande que celle dont nous jouissons, et à peu près semblable à celle dont jouissoient nos ancêtres il y a six ou sept mille ans, et que depuis cette année 41969, ou quelque temps après, la nature organisée a pu y être établie, et que jusqu'à l'année 228540 elle pourra y subsister ; en sorte que la durée de la nature vivante, dans cette planète, a été et sera de 186571 ans ;

12° Que l'anneau de Saturne a été la douzième terre habitable, et que la nature vivante y est établie depuis l'année 53711 et y durera jusqu'à l'année 177568 de la formation des planètes ; en sorte que cet anneau étant beaucoup plus chaud que le globe terrestre, la nature organisée y est dans sa première vigueur, telle qu'elle étoit sur la terre il y a treize ou quatorze mille ans ;

13° Que le troisième satellite de Jupiter a été la treizième terre habitable, et que la nature vivante y est établie depuis l'année 56651, et y durera jusqu'en l'année 246401 de la formation des planètes ; en sorte que cette planète secondaire étant beaucoup plus chaude que la terre, la nature organisée ne fait que commencer de s'y établir ;

14° Que Saturne a été la quatorzième terre habitable, puisque son refroidissement au point de pouvoir le toucher s'est fait en 59911 ans ; et son refroidissement à la température actuelle devant se faire en 130821 ans, il s'ensuit que la nature vivante a pu y être établie peu de temps après cette année 59911 de la formation des planètes, et que, par conséquent, elle y a subsisté et pourra y subsister encore jusqu'en l'année 262020 ; en sorte que la nature vivante y est actuellement dans sa première vigueur, et pourra durer dans cette grosse planète pendant 262020 ans ;

15° Que le second satellite de Jupiter a été la quinzième terre habitable, et que la nature vivante y est établie depuis l'année 61425, c'est-à-dire depuis 13407 ans, et qu'elle y durera jusqu'à l'année 261098 de la formation des planètes ;

16° Que le premier satellite de Jupiter a été la seizième terre habitable, et que la nature vivante y est établie depuis l'année 71166, c'est-à-dire depuis 3666 ans, et qu'elle y durera jusqu'en l'année 311973 de la formation des planètes ;

17° Enfin que Jupiter est le dernier des globes planétaires sur lequel la nature vivante pourra s'établir. Nous devons donc conclure, d'après ce résultat général de nos recherches, que des dix-sept corps planétaires, il y en a en effet trois, savoir, le cinquième satellite de Saturne, la lune, et Mars, où notre nature seroit gelée ; un seul, savoir, Jupiter, où la nature vivante n'a pu s'établir jusqu'à ce jour, par la raison de la trop grande chaleur encore subsistante dans cette grosse planète ; mais que dans les treize autres, savoir, le quatrième satellite de Saturne, le quatrième satellite de Jupiter, Mercure, le globe terrestre, le troisième, le second, et le premier satellite de Saturne, Vénus, l'anneau de Saturne, le troisième satellite de Jupiter, Saturne, le second et le premier satellite de Jupiter, la chaleur, quoique de degrés très-différens, peut néanmoins convenir actuellement à l'existence des êtres organisés, et on peut croire que tous ces vastes corps sont, comme le globe terrestre, couverts de plantes et même peuplés d'êtres sensibles, à peu près semblables aux animaux de la terre. Nous démontrerons ailleurs, par un grand nombre d'observations rapprochées, que dans tous les lieux où la température est la même on trouve non seulement les mêmes espèces de plantes, les mêmes espèces d'insectes, les mêmes espèces de reptiles, sans les y avoir portées, mais aussi les mêmes espèces de poissons, les mêmes espèces de quadrupèdes, les mêmes espèces d'oiseaux, sans qu'ils y soient allés ; et je remarquerai en passant qu'on s'est souvent trompé en attribuant à la migration et au long voyage des oiseaux les espèces de l'Europe qu'on trouve en Amérique ou dans l'orient de l'Asie, tandis que ces oiseaux d'Amérique et d'Asie, tout-à-fait semblables à ceux de l'Europe, sont nés dans leur pays, et ne viennent pas plus chez nous que les nôtres ne vont chez eux.

La même température nourrit, produit partout les mêmes êtres ; mais cette vérité générale sera démontrée plus en détail dans quelques-uns des articles suivans.

On pourra remarquer, 1° que l'anneau de Saturne a été presque aussi long-temps à se refroidir aux points de la consolidation et du refroidissement à pouvoir le toucher, que Saturne même ; ce qui ne paroît pas vrai ni vraisemblabe, puisque cet anneau est fort mince, et que Saturne est d'une épaisseur prodigieuse en comparaison : mais il faut faire attention d'abord à l'immense quantité de chaleur que cette grosse planète envoyoit dans les commencemens à son anneau, et qui, dans le temps de l'incandescence, étoit plus grande que celle de cet anneau, quoiqu'il fût aussi lui-même dans cet état d'incandescence, et que par conséquent le temps nécessaire à sa consolidation a dû être prolongé de beaucoup par cette première cause.

2° Que quoique Saturne fût lui-même consolide jusqu'au centre en 5140 ans, il n'a cessé d'être rouge et très-brûlant que plusieurs siècles après, et que par conséquent il a encore envoyé, dans les siècles postérieurs à sa consolidation, une quantité prodigieuse de chaleur à son anneau ; ce qui a dû prolonger son refroidissement dans la proportion que nous avons établie. Seulement il faut convenir que les périodes du refroidissement de Saturne au point de la consolidation et du refroidissement à pouvoir le toucher sont trop courtes, parce que nous n'avons pas fait l'estimation de la chaleur que son anneau et ses satellites lui ont envoyée, et que cette quantité de chaleur que nous n'avons pas estimée ne laisse pas d'être considérable : car l'anneau, comme très-grand et très-voisin, envoyoit à Saturne dans le commencement, non seulement une partie d sa chaleur propre, mais encore il lui réfléchissoit une grande portion de celle qu'il en recevoit ; en sorte que je crois qu'on pourroit, sans se tromper, augmenter d'un quart le temps de la consolidation de Saturne, c'est-à-dire assigner 6857 ans pour sa consolidation jusqu'au centre, et de même augmenter d'un quart les 59911 ans que nous avons indiqués pour son refroidissement au point de le toucher, ce qui donne 79881 ans; en sorte que ces deux termes peuvent être substitués dans la table générale aux deux premiers.

Il est de même très-certain que le temps du refroidissement de Saturne au point de la température actuelle de la terre, qui est de 130821 ans, doit, par les mêmes raisons, être augmenté, non pas d'un quart, mais peut-être d'un huitième, et que cette période, au lieu d'être 130821 ans, pourroit être de 147173 ans.

On doit aussi augmenter un peu les périodes du refroidissement de Jupiter, parce que ses satellites lui ont envoyé une portion de leur chaleur propre, et en même temps une partie de celle que Jupiter leur envoyoit : en estimant un dixième le prolongement que cette addition de chaleur a pu faire aux trois premières périodes du refroidissement de Jupiter, il ne se sera consolidé jusqu'au centre qu'en 10376 ans, et ne se refroidira au point de pouvoir le toucher, qu'en 121129 ans, et au point de la température actuelle de la terre en 264507 ans.

Je n'admets qu'un assez petit nombre d'années entre le point où l'on peut commencer à toucher sans se brûler les différens globes, et celui où la chaleur cesse d'être offensante pour les êtres sensibles : car j'ai fait cette estimation d'après les expériences très-souvent réitérées dans mon second mémoire, par lesquelles j'ai reconnu qu'entre le point auquel on peut, pendant une demi-seconde, tenir un globe sans se brûler, et le point où l'on peut le manier long-temps et où sa chaleur nous affecte d'une manière douce et convenable à notre nature, il n'y a qu'un intervalle assez court ; en sorte, par exemple, que s'il faut 20 minutes pour refroidir un globe au point de pouvoir le toucher sans se brûler, il ne faut qu'une minute de plus pour qu'on puisse le manier avec plaisir. Dès lors, en augmentant d'un vingtième les temps nécessaires au refroidissement de globes planétaires, au point de pouvoir les toucher, on aura plus précisément les temps de la naissance de la nature dans chacun, et ces temps seront dans l'ordre suivant :

Date de la formation des planètes 74832 ans.

Commencement, fin, et durée de l'existence de la nature organisée dans chaque planète.

COMMENCEMENT.		FIN.	DURÉE absolue.	DURÉE à dater de ce jour.
	De la formation des planètes.	De la formation des planètes.	Ans.	Ans.
Ve Satellite de Saturne	5161	47558	42389	0
La Lune	7890	72514	64624	0
Mars	13685	60326	56641	0
IVe Satellite de Saturne	18399	76525	58126	1695
IVe Satellite de Jupiter	23730	98695	74966	23864
Mercure	26053	187765	161712	112933
La Terre	35983	168123	132140	93291
IIIe Satellite de Saturne	37672	156658	118986	81826
IIe Satellite de Saturne	40373	167928	127655	93096
Ier Satellite de Saturne	42021	174784	132763	99952
Vénus	44067	228540	184473	153708
Anneau de Saturne	56396	177568	121172	102736
IIIe Satellite de Jupiter	59483	247401	187918	172569
Saturne	62906	262020	199114	187188
IIe Satellite de Jupiter	64496	271098	206602	796266
Ier Satellite de Jupiter	74724	311973	237249	237141
Jupiter	115623	483121	367498	

D'après ce dernier tableau, qui approche le plus de la vérité, on voit :

1° Que la nature organisée, telle que nous la connoissons, n'est point encore née dans Jupiter, dont la chaleur est trop grande encore aujourd'hui pour pouvoir en toucher la surface, et que ce ne sera que dans 40791 ans que les êtres vivans pourroient y subsister, mais qu'ensuite, s'ils y étoient établis, ils dureroient 367498 ans dans cette grosse planète ;

2° Que la nature vivante, telle que nous la connoissons, est éteinte dans le cinquième satellite de Saturne depuis 27274 ans, dans Mars depuis 14506 ans, et dans la lune depuis 2318 ans;

3° Que la nature est prête à s'éteindre dans le quatrième satellite de Saturne, puisqu'il n'y a plus que 1693 ans pour arriver au point extrême de la plus petite chaleur nécessaire au maintien des êtres organisés ;

4° Que la nature vivante est foible dans le quatrième satellite de Jupiter, quoiqu'elle puisse y subsister encore pendant 23864 ans ;

5° Que sur la planète de Mercure, sur la terre, sur le troisième, sur le second, et sur le premier satellite de Saturne, sur la planète de Vénus, sur l'anneau de Saturne, sur le second et sur le premier satellite de Jupiter, la nature vivante est actuellement en pleine existence, et que par conséquent tous ces corps planétaires peuvent être peuplés comme le globe terrestre.

Voilà mon résultat général et le but auquel je me proposois d'atteindre. On jugera par la peine que m'ont donnée ces recherches [1], et par le grand nombre d'expériences

1. Les calculs que supposoient ces recherches

préliminaires qu'elles exigeoient, combien je dois être persuadé de la probabilité de mon hypothèse sur la formation des planètes : et pour qu'on ne me croie pas persuadé sans raison, et même sans de très-fortes raisons, je vais exposer, dans le mémoire suivant, les motifs de ma persuasion, en présentant les faits et les analogies sur lesquels j'ai fondé mes opinions, établi l'ordre de mes raisonnemens, suivi les inductions que l'on en doit déduire, et enfin tiré la conséquence générale de l'existence réelle des êtres organisés et sensibles dans tous les corps du système solaire, et l'existence plus que probable de ces mêmes êtres dans tous les autres corps qui composent les systèmes des autres soleils ; ce qui augmente et multiplie presque à l'infini l'étendue de la nature vivante, et élève en même temps le plus grand de tous les monumens à la gloire du Créateur.

sont plus longs que difficiles, mais assez délicats pour qu'on puisse se tromper. Je ne me suis pas piqué d'une exactitude rigoureuse, parce qu'elle n'auroit produit que de légères différences, et qu'elle m'auroit pris beaucoup de temps que je pouvois mieux employer. Il m'a suffi que la méthode que j'ai suivie fût exacte, et que mes raisonnemens fussent clairs et conséquens : c'est là tout ce que j'ai prétendu. Mon hypothèse sur la liquéfaction de la terre et des planètes m'a paru assez fondée pour prendre la peine d'en évaluer les effets, et j'ai cru devoir donner en détail ces évaluations comme je les ai trouvées, afin que, s'il s'est glissé dans ce long travail quelques fautes de calcul ou d'inattention, mes lecteurs soient en état de les corriger eux-mêmes.

SECOND MÉMOIRE.

Fondemens des recherches précédentes sur la température des planètes.

L'homme nouveau n'a pu voir, et l'homme ignorant ne voit encore aujourd'hui la nature et l'étendue de l'univers que par le simple rapport de ses yeux ; la terre est pour lui un solide d'un volume sans bornes, d'une étendue sans limites, dont il ne peut qu'avec peine parcourir de petits espaces superficiels, tandis que le soleil, les planètes, et l'immensité des cieux ne lui présentent que des points lumineux, dont le soleil et la lune lui paroissent être les seuls objets dignes de fixer ses regards. A cette fausse idée sur l'étendue de la nature et sur les proportions de l'univers s'est bientôt joint le sentiment encore plus disproportionné de la prétention. L'homme, en se comparant aux autres êtres terrestres, s'est trouvé le premier : dès lors il a cru que tous étoient faits pour lui ; que la terre même n'avoit été créée que pour lui servir de domicile, et le ciel de spectacle ; qu'enfin l'univers entier devoit se rapporter à ses besoins, et même à ses plaisirs. Mais, à mesure qu'il a fait usage de cette lumière divine qui seule ennoblit son être, à mesure que l'homme s'est instruit, il a été forcé de rabattre de plus en plus de ses prétentions ; il s'est vu rapetisser en même raison que l'univers s'agrandissoit, et il lui est aujourd'hui bien évidemment démontré que cette terre qui fait tout son domaine, et sur laquelle il ne peut malheureusement subsister sans querelle et sans trouble, est à proportion tout aussi petite pour l'univers que lui-même l'est pour le Créateur. En effet il n'est plus possible de douter que cette même terre, si grande et si vaste pour nous, ne soit une assez médiocre planète, une petite masse de matière qui circule avec les autres autour du soleil ; que cet astre de lumière et de feu ne soit plus de douze cent mille fois plus gros que le globe de la terre, et que sa puissance ne s'étende à tous les corps qu'il fléchit autour de lui ; en sorte que notre globe en étant éloigné de trente-trois millions de lieues au moins, la planète de Saturne se trouve à plus de trois cent treize millions des mêmes lieues : d'où l'on ne peut s'empêcher de conclure que l'étendue de l'empire du soleil, ce roi de la nature, ne soit une sphère dont le diamètre est de six cent vingt-sept millions de lieues, tandis que celui de la terre n'est que de deux mille huit cent soixante-cinq ; et si l'on prend le cube de ces deux nombres, on se démontrera que la terre est plus petite, relativement à cet espace, qu'un grain de sable ne l'est relativement au volume entier du globe.

Néanmoins la planète de Saturne, quoi

que la plus éloignée du soleil, n'est pas encore à beaucoup près sur les confins de son empire. Les limites en sont beaucoup plus reculées, puisque les comètes parcourent, au delà de cette distance, des espaces encore plus grands, que l'on peut estimer par la période du temps de leurs révolutions. Une comète qui, comme celle de l'année 1680, circule autour du soleil en 575 ans, s'éloigne de cet astre 15 fois plus que Saturne n'en est distant; car le grand axe de son orbite est 138 fois plus grand que la distance de la terre au soleil. Dès lors on doit augmenter encore l'étendue de la puissance solaire de 15 fois la distance du soleil à Saturne, en sorte que tout l'espace dans lequel sont comprises les planètes n'est qu'une petite province du domaine de cet astre, dont les bornes doivent être posées au moins à 138 fois la distance du soleil à la terre, c'est-à-dire à 138 fois 33 ou 34 millions de lieues.

Quelle immensité d'espace! et quelle quantité de matière! car, indépendamment des planètes, il existe probablement quatre ou cinq cents comètes, peut-être plus grosses que la terre, qui parcourent en tous sens les différentes régions de cette vaste sphère, dont le globe terrestre ne fait qu'un point, une unité sur 191,201,612,985,514,272,000, quantité que ces nombres représentent, mais que l'imagination ne peut atteindre ni saisir. N'en voilà-t-il pas assez pour nous rendre, nous, les nôtres, et notre grand domicile, plus petits que des atomes?

Cependant cette énorme étendue, cette sphère si vaste, n'est encore qu'un très-petit espace dans l'immensité des cieux; chaque étoile fixe est un soleil, un centre d'une sphère tout aussi vaste; et comme on en compte plus de deux mille qu'on aperçoit à la vue simple, et qu'avec des lunettes on en découvre un nombre d'autant plus grand que ces instrumens sont plus puissans, l'étendue de l'univers entier paroît être sans bornes, et le système solaire ne fait plus qu'une province de l'empire universel du Créateur, empire infini comme lui.

Sirius, étoile fixe la plus brillante, et que par cette raison nous pouvons regarder comme le soleil le plus voisin du nôtre, ne donnant à nos yeux qu'une seconde de parallaxe annuelle sur le diamètre entier de l'orbe de la terre, est à 677 70 millions de lieues de distance de nous, c'est-à-dire à 6767216 millions des limites du système solaire, telles que nous les avons assignées d'après la profondeur à laquelle s'enfoncent les comètes dont la période est la plus longue. Supposant donc qu'il ait été départi à Sirius un espace égal à celui qui appartient à notre soleil, on voit qu'il faut encore reculer les limites de notre système solaire de 742 fois plus qu'il ne l'est déjà jusqu'à l'aphélie de la comète, dont l'énorme distance au soleil n'est néanmoins qu'une unité sur 742 du demi-diamètre total de la sphère entière du système solaire [1].

	millions de lieues.
1. Dist. de la terre au soleil.	33
Distance de Saturne au soleil..	313
Distance de l'aphélie de la comète au soleil............	4,554
Distance de Sirius au soleil....	6,771,770
Distance de Sirius au point de l'aphélie de la comète, en supposant qu'en remontant du soleil la comète ait pointé directement vers Sirius (supposition qui diminue la distance autant qu'il est possible)..................	6,767,216
Moitié de la distance de Sirius au soleil, ou profondeur du système solaire et du système sirien..................	3,385,885
Étendue au delà des limites de l'aphélie des comètes	3,381,331
Ce qui étant divisé par la distance de l'aphélie de la comète donne..............	742 1/2 envir.

On peut encore d'une autre manière se former une idée de cette distance immense de Sirius à nous, en se rappelant que le disque du soleil forme à nos yeux un angle de 32 minutes, tandis que celui de Sirius n'en fait pas un d'une seconde; et Sirius étant un soleil comme le nôtre, que nous supposerons d'une égale grandeur, puisqu'il n'y a pas plus de raison de le supposer plus grand que plus petit, il nous paroîtroit aussi grand que le soleil s'il n'étoit qu'à la même distance. Prenant donc deux nombres proportionnels au carré de 32 minutes et au carré d'une seconde, on aura 3,686,400 pour la distance de la terre à Sirius, et 1 pour sa distance au soleil: et comme cette unité vaut 33 millions de lieues, on voit à combien de milliards de lieues Sirius est loin de nous, puisqu'il faut multiplier ces 33 millions par 3,686,400; et si nous divisons l'espace entre ces deux soleils voisins, quoique si fort éloignés, nous verrons que les comètes pourroient s'éloigner à une distance dix-huit cent mille fois plus grande que celle de la terre au soleil, sans sortir des limites de l'univers solaire, et sans subir par conséquent d'autres lois que celle de notre soleil; et de là on peut conclure que le système solaire a pour diamètre une étendue qui, quoique prodigieuse, ne fait néanmoins qu'une très-petite portion des cieux. et l'on en doit inférer une vérité peu connue, c'est que de tous les points de l'univers planétaire, c'est-à-dire que du soleil, de la terre, et de toutes les autres planètes, le ciel doit paroître le même.

Lorsque dans une belle nuit l'on considère tous ces feux dont brille la voûte céleste, on imagineroit qu'en se transportant dans une autre planète plus éloignée du soleil que ne l'est la terre, on verroit ces astres étincelans grandir et répandre une lu-

Ainsi, quand même il existeroit des comètes dont la période de révolution seroit double, triple, et même décuple de la période de 575 ans, la plus longue qui nous soit connue; quand les comètes en conséquence pourroient s'enfoncer à une profondeur dix fois plus grande, il y auroit encore un espace 74 ou 75 fois plus profond pour arriver aux derniers confins tant du système solaire que du système sirien; en sorte qu'en donnant à Sirius autant de grandeur et de puissance qu'en a notre soleil, et supposant dans son système autant ou plus de corps cométaires qu'il n'existe de comètes dans le système solaire, Sirius les régira comme le soleil régit les siens, et il restera de même un intervalle immense entre les confins des deux empires, intervalle qui ne paroît être qu'un désert dans l'espace, et qui doit faire soupçonner qu'il existe des corps cométaires dont les périodes sont plus longues et qui parviennent à une beaucoup plus grande distance que nous ne pouvons le déterminer par nos connoissances actuelles. Il se pourroit aussi que Sirius fût un soleil beaucoup plus grand et plus puissant que le nôtre; et si cela étoit, il faudroit reculer d'autant les bornes de son domaine en les rapprochant de nous, et rétrécir en même raison la circonférence de celui du soleil.

On ne peut s'empêcher de présumer en effet que, dans ce très-grand nombre d'étoiles fixes qui toutes sont autant de soleils, il n'y en ait de plus grands et de plus petits que le nôtre, d'autres plus ou moins lumineux, quelques-uns plus voisins qui nous sont représentés par ces astres que les astronomes appellent *étoiles de la première grandeur*, et beaucoup d'autres plus éloignés qui, par cette raison, nous paroissent plus petits : les étoiles qu'ils appellent *nébuleuses* semblent manquer de lumière et de feu, et n'être, pour ainsi dire, allumées qu'à demi; celles qui paroissent alternativement sont peut-être d'une forme aplatie par la violence de la force centrifuge dans leur mouvement de rotation : on voit ces soleils lorsqu'ils montrent leur grande face, et ils disparoissent toutes les fois qu'ils se présentent de côté. Il y a dans ce grand ordre de choses, et dans la nature des astres, les mêmes variétés, les mêmes différences en nombre, grandeur, espace, mouvement, forme, et durée; les mêmes rapports, les mêmes degrés, les mêmes nuances qui se trouvent dans tous les autres ordres de la création.

Chacun de ces soleils étant doué comme le nôtre, et comme toute matière l'est, d'une puissance attractive qui s'étend à une distance indéfinie, et décroît comme l'espace augmente, l'analogie nous conduit à croire qu'il existe dans la sphère de chacun de ces astres lumineux un grand nombre de corps opaques, planètes ou comètes, qui circulent autour d'eux, mais que nous n'apercevons jamais que par l'œil de l'esprit, puisqu'étant obscurs et beaucoup plus petits que les soleils qui leur servent de foyer, ils sont hors de la portée de notre vue, et même de tous les arts qui peuvent l'étendre ou la perfectionner.

On pourroit donc imaginer qu'il passe quelquefois des comètes d'un système dans l'autre, et que, s'il s'en trouve sur les confins des deux empires, elles seront saisies par la puissance prépondérante, et forcées d'obéir aux lois d'un nouveau maître. Mais, par l'immensité de l'espace qui se trouve au delà de l'aphélie de nos comètes, il paroît que le souverain ordonnateur a séparé chaque système par des déserts mille et mille fois plus vastes que toute l'étendue des espaces fréquentés. Ces déserts, dont les nombres peuvent à peine sonder la profondeur, sont les barrières éternelles, invincibles, que toutes les forces de la nature créée ne peuvent franchir ni surmonter. Il faudroit, pour qu'il y eût communication d'un système à l'autre, et pour que les sujets d'un empire pussent passer dans un autre, que le siége du trône ne fût pas immobile; car l'étoile fixe, ou plutôt le soleil, le roi de ce système, changeant de lieu, entraîneroit à sa suite tous les corps qui dépendent de lui, et pourroit dès lors s'approcher et même s'emparer du domaine d'un autre. Si sa marche se trouvoit dirigée vers un astre plus foible, il commenceroit par lui enlever les sujets de ses provinces les plus éloignées, ensuite ceux des provinces intérieures; il les forceroit tous à augmenter son cortége en circulant autour de lui; et son voisin, dès lors dénué de ses sujets, n'ayant plus ni planètes ni comètes, perdroit en même temps sa lumière et son feu, que leur mouvement seul peut exciter

mière plus vive, puisqu'on les verroit de plus près. Néanmoins l'espèce de calcul que nous venons de faire démontre que quand nous serions placés dans Saturne, c'est-à-dire neuf ou dix fois plus loin de notre soleil, et 300 millions de lieues plus près de Sirius, il ne nous paroîtroit plus gros que d'une 194021[e] partie, augmentation qui seroit absolument insensible : d'où l'on doit conclure que le ciel a, pour toutes les planètes, le même aspect que pour la terre.

et entretenir : dès lors cet astre isolé, n'étant plus maintenu dans sa place par l'équilibre des forces, seroit contraint de changer de lieu en changeant de nature, et, devenu corps obscur, obéiroit comme les autres à la puissance du conquérant, dont le feu augmenteroit à proportion du nombre de ses conquêtes.

Car que peut-on dire sur la nature du soleil, sinon que c'est un corps d'un prodigieux volume, une masse énorme de matière pénétrée de feu, qui paroît subsister sans aliment comme dans un métal fondu, ou dans un corps solide en incandescence ? et d'où peut venir cet état constant d'incandescence, cette production toujours renouvelée d'un feu dont la consommation ne paroît entretenue par aucun aliment, et dont la déperdition est nulle ou du moins insensible, quoique constante depuis un si grand nombre de siècles ? Y a-t-il, peut-il même y avoir une autre cause de la production et du maintien de ce feu permanent, sinon le mouvement rapide de la forte pression de tous les corps qui circulent autour de ce foyer commun, qui l'échauffent et l'embrasent, comme une roue rapidement tournée embrase son essieu ? La pression qu'ils exercent en vertu de leur pesanteur équivaut au frottement, et même est plus puissante, parce que cette pression est une force pénétrante qui frotte non seulement la surface extérieure, mais toutes les parties intérieures de la masse; la rapidité de leur mouvement est si grande, que le frottement acquiert une force presque infinie, et met nécessairement toute la masse de l'essieu dans un état d'incandescence, de lumière, de chaleur, et de feu, qui dès lors n'a pas besoin d'aliment pour être entretenu, et qui, malgré la déperdition qui s'en fait chaque jour par l'émission de la lumière, peut durer des siècles de siècles sans atténuation sensible, les autres soleils rendant au nôtre autant de lumière qu'il leur en envoie, et le plus petit atome de feu ou d'une matière quelconque ne pouvant se perdre nulle part dans un système où tout s'attire.

Si de cette esquisse du grand tableau des cieux, que je n'ai tâché de tracer que pour me représenter la proportion des espaces et celle du mouvement des corps qui les parcourent; si de ce point de vue auquel je ne me suis élevé que pour voir plus clairement combien la nature doit être multipliée dans les différentes régions de l'univers, nous descendons à cette portion de l'espace qui nous est mieux connue, et dans laquelle le soleil exerce sa puissance, nous reconnoîtrons que, quoiqu'il régisse par sa force tous les corps qui s'y trouvent, il n'a pas néanmoins la puissance de les vivifier, ni même celle d'y entretenir la végétation et la vie.

Mercure, qui, de tous les corps circulant autour du soleil, en est le plus voisin, n'en reçoit néanmoins qu'une chaleur 50/8 fois plus grande que celle que la terre en reçoit, et cette chaleur 50/8 fois plus grande que la chaleur envoyée du soleil à la terre, bien loin d'être brûlante comme on l'a toujours cru, ne seroit pas assez grande pour maintenir la pleine vigueur de la nature vivante; car la chaleur actuelle du soleil sur la terre n'étant que 1/50 de celle de la chaleur propre du globe terrestre, celle du soleil sur Mercure est par conséquent 50/400 ou 1/8 de la chaleur actuelle de la terre. Or, si l'on diminuoit des trois quarts et demi la chaleur qui fait aujourd'hui la température de la terre, il est sûr que la nature vivante seroit au moins bien engourdie, supposé qu'elle ne fût pas éteinte. Et puisque le feu du soleil ne peut pas seul maintenir la nature organisée dans la planète la plus voisine, combien, à plus forte raison, ne s'en faut-il pas qu'il puisse vivifier celles qui en sont plus éloignées ! Il n'envoie à Vénus qu'une chaleur $\frac{50}{2\frac{1}{50}}$ fois plus grande que celle qu'il envoie à la terre; et cette chaleur $\frac{50}{2\frac{1}{50}}$ fois plus grande que celle du soleil sur la terre, bien loin d'être assez forte pour maintenir la nature vivante, ne suffiroit certainement pas pour entretenir la liquidité des eaux, ni peut-être même la fluidité de l'air, puisque notre température actuelle se trouveroit refroidie à 2/49 ou à $\frac{1}{14\frac{1}{2}}$; ce qui est tout près du terme 1/25, que nous avons donné comme la limite extrême de la plus petite chaleur, relativement à la nature vivante. Et à l'égard de Mars, de Jupiter, de Saturne, et de tous leurs satellites, la quantité de chaleur que le soleil leur envoie est si petite en comparaison de celle qui est nécessaire au maintien de la nature, qu'on pourroit la regarder comme de nul effet, surtout dans les deux plus grosses planètes, qui néanmoins paroissent être les objets essentiels du système solaire.

Toutes les planètes, sans même en excepter Mercure, seroient donc et auroient toujours été des volumes aussi grands qu'inutiles d'une

matière plus que brute, profondément gelée, et par conséquent des lieux inhabités de tous les temps, inhabitables à jamais, si elles ne renfermoient pas au dedans d'elles-mêmes des trésors d'un feu bien supérieur à celui qu'elles reçoivent du soleil. Cette quantité de chaleur que notre globe possède en propre et qui est 50 fois plus grande que la chaleur qui lui vient du soleil, est en effet le trésor de la nature, le vrai fonds du feu qui nous anime, ainsi que tous les êtres : c'est cette chaleur intérieure de la terre qui fait tout germer, tout éclore ; c'est elle qui constitue l'élément du feu proprement dit, élément qui seul donne le mouvement aux autres élémens, et qui, s'il étoit réduit à 1/50, ne pourroit vaincre leur résistance, et tomberoit lui-même dans l'inertie. Or cet élément, le seul actif, le seul qui puisse rendre l'air fluide, l'eau liquide, et la terre pénétrable, n'auroit-il été donné qu'au seul globe terrestre ? L'analogie nous permet-elle de douter que les autres planètes ne contiennent de même une quantité de chaleur qui lui appartient en propre, et qui doit les rendre capables de recevoir et de maintenir la nature vivante ? N'est-il pas plus grand, plus digne de l'idée que nous devons avoir du Créateur, de penser que partout il existe des êtres qui peuvent le connoître et célébrer sa gloire, que de dépeupler l'univers, à l'exception de la terre, et de le dépouiller de tous êtres sensibles, en le réduisant à une profonde solitude, où l'on ne trouveroit que le désert de l'espace, et les épouvantables masses d'une matière entièrement inanimée?

Il est donc nécessaire, puisque la chaleur du soleil est si petite sur la terre et sur les autres planètes, que toutes possèdent une chaleur qui leur appartienne en propre ; et nous devons rechercher d'où provient cette chaleur qui seule peut constituer l'élément du feu dans chacune des planètes. Or où pourrons-nous puiser cette grande quantité de chaleur, si ce n'est dans la source même de toute chaleur, dans le soleil seul, de la matiere duquel les planètes ayant été formées, et projetées par une seule et même impulsion, auront toutes conservé leur mouvement dans le même sens, et leur chaleur à proportion de leur grosseur et de leur densité ? Quiconque pèsera la valeur de ces analogies et sentira la force de leurs rapports ne pourra guère douter que les planètes ne soient issues et sorties du soleil par le choc d'une comète, parce qu'il n'y a dans le système solaire que les comètes qui soient des corps assez puissans et en assez grand mouvement pour pouvoir communiquer une pareille impulsion aux masses de matière qui composent les planètes. Si l'on réunit à tous les faits sur lesquels j'ai fondé cette hypothèse[1] le nouveau fait de la chaleur propre de la terre et de l'insuffisance du soleil pour maintenir la nature, on demeurera persuadé comme je le suis, que, dans le temps de leur formation, les planètes et la terre étoient dans un état de liquéfaction, ensuite dans un état d'incandescence, et enfin dans un état successif de chaleur toujours décroissante depuis l'incandescence jusqu'à la température actuelle.

Car y a-t-il moyen de concevoir autrement l'origine et la durée de cette chaleur propre de la terre? Comment imaginer que le feu qu'on appelle *central* pût subsister *en effet,* au fond du globe, sans air, c'est-à-dire sans son premier aliment? et d'où viendroit ce feu qu'on suppose renfermé dans le centre du globe? Quelle source, quelle origine pourroit-on lui trouver? Descartes avoit déjà pensé que la terre et les planètes n'étoient que de petits soleils *encroûtés,* c'est-à-dire éteints; Leibnitz n'a pas hésité à prononcer que le globe terrestre devoit sa forme et la consistance de ses matières à l'élément du feu ; et néanmoins ces deux grands philosophes n'avoient pas, à beaucoup près, autant de faits, autant d'observations qu'on en a rassemblé et acquis de nos jours : ces faits sont actuellement en si grand nombre et si bien constatés, qu'il me paroît plus que probable que la terre, ainsi que les planètes, ont été projetées hors du soleil, et par conséquent composées de la même matière, qui d'abord étant en liquéfaction a obéi à la force centrifuge, en même temps qu'elle se rassembloit par celle de l'attraction ; ce qui a donné à toutes les planètes la forme renflée sous l'équateur, et aplatie sous les pôles, en raison de la vitesse de leur rotation ; qu'ensuite ce grand feu s'étant peu à peu dissipé, l'état d'une température bénigne et convenable à la nature organisée a succédé ou plus tôt ou plus tard dans les différentes planètes, suivant la différence de leur épaisseur et de leur densité. Et quand même il y auroit, pour la terre et pour les planètes, d'autres causes particulières de chaleur qui se combineroient avec celles dont nous avons calculé les effets, nos résultats n'en sont pas moins curieux,

1. Voyez, dans le premier volume de cet ouvrage, l'article qui a pour titre : *De la formation des planètes.*

et n'en seront que plus utiles à l'avancement des sciences. Nous parlerons ailleurs de ces causes particulières de chaleur; tout ce que nous en pouvons dire ici, pour ne pas compliquer les objets, c'est que ces causes particulières pourront prolonger encore le temps du refroidissement du globe et la durée de la nature vivante au delà des termes que nous avons indiqués.

Mais, me dira-t-on, votre théorie est-elle également bien fondée dans tous les points qui lui servent de base? Il est vrai, d'après vos expériences, qu'un globe gros comme la terre et composé des mêmes matières ne pourroit se refroidir, depuis l'incandescence à la température actuelle, qu'en 74 mille ans, et que pour l'échauffer jusqu'à l'incandescence il faudroit la quinzième partie de ce temps, c'est-à-dire environ cinq mille ans; et encore faudroit-il que ce globe fût environné pendant tout ce temps du feu le plus violent : dès lors il y a, comme vous le dites, de fortes présomptions que cette grande chaleur de la terre n'a pu lui être communiquée de loin; et que par conséquent la matière terrestre a fait autrefois partie de la masse du soleil; mais il ne paroît pas également prouvé que la chaleur de cet astre sur la terre ne soit aujourd'hui que 1/50 de la chaleur propre du globe. Le témoignage de nos sens semble se refuser à cette opinion que vous donnez comme une vérité constante; et quoiqu'on ne puisse pas douter que la terre n'ait une chaleur propre qui nous est démontrée par sa température toujours égale dans tous les lieux profonds où le froid de l'air ne peut communiquer, en résulte-t-il que cette chaleur, qui ne nous paroît être qu'une température médiocre, soit néanmoins cinquante fois plus grande que la chaleur du soleil, qui semble nous brûler?

Je puis satisfaire pleinement à ces objections; mais il faut auparavant réfléchir avec moi sur la nature de nos sensations. Une différence très-légère et souvent imperceptible, dans la réalité ou dans la mesure des causes qui nous affectent, en produit une prodigieuse dans leurs effets. Y a-t-il rien de plus voisin du très-grand plaisir que la douleur? et qui peut assigner la distance entre le chatouillement vif qui nous remue délicieusement et le frottement qui nous blesse, entre le feu qui nous réchauffe et celui qui nous brûle, entre la lumière qui réjouit nos yeux et celle qui les offusque, entre la saveur qui flatte notre goût et celle qui nous déplaît, entre l'odeur dont une petite dose nous affecte agréablement d'abord, et bientôt nous donne des nausées? On doit donc cesser d'être étonné qu'une petite augmentation de chaleur telle que 1/50 puisse nous paroître si sensible, et que les limites du plus grand chaud de l'été au plus grand froid de l'hiver soient entre 7 et 8, comme l'a dit M. Amontons, ou même entre 31 et 32, comme M. de Mairan l'a trouvé en prenant tous les résultats des observations faites sur cela pendant cinquante-six années consécutives.

Mais il faut avouer que si l'on vouloit juger de la chaleur réelle du globe d'après les rapports que ce dernier auteur nous a donnés des émanations de la chaleur terrestre aux accessions de la chaleur solaire dans ce climat, il se trouveroit que leurs rapports étant à peu près :: 29 : 1 en été, et :: 471 ou même :: 491 en hiver : 1; il se trouveroit, dis-je, en joignant ces deux rapports, que la chaleur solaire ne seroit à la chaleur terrestre que :: 1/500 : 2, ou :: 1/250 : 1. Mais cette estimation seroit fautive, et l'erreur deviendroit d'autant plus grande que les climats seroient plus froids. Il n'y a donc que celui de l'équateur jusqu'aux tropiques où, la chaleur étant en toutes saisons presque égale, on puisse établir avec fondement la proportion entre la chaleur des émanations de la terre et des accessions de la chaleur solaire. Or ce rapport, dans tout ce vaste climat, où les étés et les hivers sont presque égaux, est à très-peu près :: 50 : 1. C'est par cette raison que j'ai adopté cette proportion, et que j'en ai fait la base du calcul de mes recherches.

Néanmoins je ne prétends pas assurer affirmativement que la chaleur propre de la terre soit réellement cinquante fois plus grande que celle qui lui vient du soleil; comme cette chaleur du globe appartient à toute la matière terrestre, dont nous faisons partie, nous n'avons point de mesure que nous puissions en séparer, ni par conséquent d'unité sensible et réelle à laquelle nous puissions la rapporter. Mais, quand même on voudroit que la chaleur solaire fût plus grande ou plus petite que nous ne l'avons supposée relativement à la chaleur terrestre, notre théorie ne changeroit que par la proportion des résultats.

Par exemple, si nous renfermons toute l'étendue de nos sensations du plus grand chaud au plus grand froid dans les limites données par les observations de M. Amontons, c'est-à-dire entre 7 et 8 ou dans 1/8,

et qu'en même temps nous supposions que la chaleur du soleil peut produire seule cette différence de nos sensations, on aura dès lors la proportion de 8 à 1 de la chaleur propre du globe terrestre à celle qui lui vient du soleil, et par conséquent la compensation que fait actuellement sur la terre cette chaleur du soleil seroit de 1/8, et la compensation qu'elle a faite dans le temps de l'incandescence aura été 1/200. Ajoutant ces deux termes, on a 16/200, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent 325/200 ou 1 5/8 pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant la période de 74047 ans du refroidissement de la terre à la température actuelle; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du refroidissement, on aura 25 : 1 5/8 :: 74047 : 4813 1/25; en sorte que le refroidissement du globe de la terre, au lieu de n'avoir été prolongé que de 770 ans, l'auroit été de 4813 1/25 ans; ce qui, joint au prolongement plus long que produiroit aussi la chaleur de la lune dans cette supposition, donneroit plus de 5000 ans, dont il faudroit encore reculer la date de la formation des planètes.

Si l'on adopte les limites données par M. de Mairan, qui sont de 31 à 32, et qu'on suppose que la chaleur solaire n'est que 1/32 de celle de la terre, on n'aura que le quart de ce prolongement, c'est-à-dire environ 1250 ans, au lieu de 770 que donne la supposition de 1/50 que nous avons adoptée.

Mais au contraire, si l'on supposoit que la chaleur du soleil n'est que 1/150 de celle de la terre, comme cela paroît résulter des observations faites au climat de Paris, on auroit pour la compensation dans le temps de l'incandescence 1/6250 et 616/250 pour la compensation à la fin de la période de 74047 ans du refroidissement du globe terrestre à la température actuelle, et l'on trouveroit 13/250 pour la compensation totale faite par la chaleur du soleil pendant cette période; ce qui ne donneroit que 154 ans, c'est-à-dire le cinquième de 770 pour le temps du prolongement du refroidissement. Et de même, si, au lieu de 1/50, nous supposions que la chaleur solaire fût 1/10 de la chaleur terrestre, nous trouverions que le temps du prolongement seroit cinq fois plus long, c'est-à-dire de 3850 ans; en sorte que plus on voudra augmenter la chaleur qui nous vient du soleil, relativement à celle qui émane de la terre, et plus on étendra la durée de la nature, et l'on reculera le terme de l'antiquité du monde : car, en supposant que cette chaleur du soleil sur la terre fût égale à la chaleur propre du globe, on trouveroit que le temps du prolongement seroit de 38504 ans; ce qui par conséquent donneroit à la terre 39 mille ans d'ancienneté de plus.

Si l'on jette les yeux sur la table que M. de Mairan a dressée avec grande exactitude, et dans laquelle il donne la proportion de la chaleur qui nous vient du soleil à celle qui émane de la terre dans tous les climats, on y reconnoîtra d'abord un fait bien avéré, c'est que dans tous les climats où l'on a fait des observations, les étés sont égaux, tandis que les hivers sont prodigieusement inégaux. Ce savant physicien attribue cette égalité constante de l'intensité de la chaleur pendant l'été, dans tous les climats, à la compensation réciproque de la chaleur solaire, et de la chaleur des émanations du feu central : « Ce n'est donc pas ici (dit-il, page 253) une affaire de choix, de système ou de convenance, que cette marche alternativement décroissante et croissante des émanations centrales en inverse des étés solaires; c'est le fait même, etc. » En sorte que, selon lui, les émanations de la chaleur de la terre croissent ou décroissent précisément dans la même raison que l'action de la chaleur du soleil croît et décroît dans les différens climats; et comme cette proportion d'accroissement et de décroissement entre la chaleur terrestre et la chaleur solaire lui paroît, avec raison, très-étonnante suivant sa théorie, et qu'en même temps il ne peut pas douter du fait, il tâche de l'expliquer en disant que « le globe terrestre étant d'abord une pâte molle de terre et d'eau, venant à tourner sur son axe, et continuellement exposée aux rayons du soleil, selon tous les aspects annuels des climats, s'y sera durci vers la surface, et d'autant plus profondément que ses parties y seront plus exactement exposées. Et si un terrain plus dur, plus compacte, plus épais, et en général plus difficile à pénétrer, devient dans ces mêmes rapports un obstacle d'autant plus grand aux émanations du feu intérieur de la terre, *comme il est évident que cela doit arriver,* ne voilà-t-il pas dès lors ces obstacles en raison directe des différentes chaleurs de l'été solaire, et les émanations centrales en inverse de ces mêmes chaleurs? Et qu'est-ce alors autre chose que l'égalité

universelle des étés? car supposant ces obstacles ou ces retranchemens de chaleur faits à l'émanation constante et primitive, exprimés par les valeurs mêmes des étés solaires, c'est-à-dire dans la plus parfaite et la plus visible de toutes les proportionnalités, l'égalité, il est clair qu'on ne retranche d'un côté à la même grandeur que ce qu'on y ajoute de l'autre, et que par conséquent les sommes ou les étés en seront toujours et partout les mêmes. Voilà donc, ajoute-t-il, cette égalité surprenante des étés, dans tous les climats de la terre, ramenée à un principe intelligible; soit que la terre, d'abord fluide, ait été durcie ensuite par l'action du soleil, du moins vers les dernières couches qui la composent; soit que Dieu l'ait créée tout d'un coup dans l'état où les causes physiques et les lois du mouvement l'auroient amenée. » Il me semble que l'auteur auroit mieux fait de s'en tenir bonnement à cette dernière cause, qui dispense de toute recherche et de toutes spéculations, que de donner une explication qui pèche non seulement dans le principe, mais dans presque tous les points des conséquences qu'on en pourroit tirer.

Car y a-t-il rien de plus indépendant l'un de l'autre que la chaleur qui appartient en propre à la terre, et celle qui lui vient du dehors? Est-il naturel, est-il même raisonnable d'imaginer qu'il existe réellement dans la nature une loi de calcul par laquelle les émanations de cette chaleur intérieure du globe suivroient exactement l'inverse des accessions de la chaleur du soleil sur la terre, et cela dans une proportion si précise, que l'augmentation des unes compenseroit exactement la diminution des autres? Il ne faut qu'un peu de réflexion pour se convaincre que ce rapport purement idéal n'est nullement fondé, et que par conséquent le fait très-réel de l'égalité des étés, ou de l'égale intensité de chaleur en été, dans tous les climats, ne dérive pas de cette combinaison précaire dont ce physicien fait un principe, mais d'une cause toute différente que nous allons exposer.

Pourquoi dans tous les climats de la terre où l'on a fait des observations suivies avec des thermomètres comparables, se trouve-t-il que les étés (c'est-à-dire l'intensité de la chaleur en été) sont égaux, tandis que les hivers (c'est-à-dire l'intensité de la chaleur en hiver) sont prodigieusement différens et d'autant plus inégaux qu'on s'avance plus vers les zones froides? Voilà la question. Le fait est vrai : mais l'explication qu'en donne l'habile physicien que je viens de citer me paroît plus que gratuite; elle nous renvoie directement aux causes finales qu'il croyoit éviter : car n'est-ce pas nous dire, pour toute explication, que le soleil et la terre ont d'abord été dans un état tel, que la chaleur de l'un pouvoit cuire les couches extérieures de l'autre, et les durcir précisément à un tel degré, que les émanations de la chaleur terrestre trouveroient toujours des obstacles à leur sortie, qui seroient exactement en proportion des facilités avec lesquelles la chaleur du soleil arrive à chaque climat; et que de cette admirable contexture des couches de la terre, qui permettent plus ou moins l'issue des émanations du feu central, il résulte sur la surface de la terre une compensation exacte de la chaleur solaire et de la chaleur terrestre, ce qui néanmoins rendoit les hivers égaux partout aussi bien que les étés; mais que dans la réalité, comme il n'y a que les étés d'égaux dans tous les climats, et que les hivers y sont, au contraire, prodigieusement inégaux, il faut bien que ces obstacles mis à la liberté des émanations centrales soient encore plus grands qu'on ne vient de les supposer, et qu'ils soient en effet et très-réellement dans la proportion qu'exige l'inégalité des hivers des différens climats? Or qui ne voit que ces petites combinaisons ne sont point entrées dans le plan du souverain Etre, mais seulement dans la tête du physicien, qui, ne pouvant expliquer cette égalité des étés et cette inégalité des hivers, a eu recours à deux suppositions qui n'ont aucun fondement, et à des combinaisons qui n'ont pu même, à ses yeux, avoir d'autre mérite que celui de s'accommoder à sa théorie, et de ramener, comme il le dit, cette inégalité *surprenante* des étés à un *principe intelligible?* Mais ce principe une fois entendu n'est qu'une combinaison de deux suppositions qui toutes deux sont de l'ordre de celles qui rendroient possible l'impossible, et dès lors présenteroient en effet l'absurde comme intelligible.

Tous les physiciens qui se sont occupés de cet objet conviennent avec moi que le globe terrestre possède en propre une chaleur indépendante de celle qui lui vient du soleil : dès lors n'est-il pas évident que cette chaleur propre seroit égale sous tous les points de la surface du globe, abstraction faite de celle du soleil, et qu'il n'y auroit d'autre différence à cet égard que celle qui doit résulter du renflement de la terre à l'é-

quateur, et de son aplatissement sous les pôles ? différence qui, étant en même raison à peu près que les deux diamètres, n'excède pas 1/230 ; en sorte que la chaleur propre du sphéroïde terrestre doit être de 1/230 plus grande sous l'équateur que sous les pôles. La déperdition qui s'en est faite et le temps du refroidissement doit donc avoir été plus prompt dans les climats septentrionaux, où l'épaisseur du globe est moins grande que dans les climats du midi ; mais cette différence de 1/230 ne peut pas produire celle de l'inégalité des émanations centrales, dont le rapport à la chaleur du soleil en hiver, étant :: 50 : 1 dans les climats voisins de l'équateur, se trouve déjà double au 27e degré, triple au 35e, quadruple au 40e, décuple au 49e, et 55 fois plus grand au 60e degré de latitude. Cette cause qui se présente la premiere, contribue au froid des climats septentrionaux ; mais elle est insuffisante pour l'effet de l'inégalité des hivers, puisque cet effet seroit 35 fois plus grand que sa cause au 60e degré, plus grand encore et même excessif dans les climats plus voisins du pôle, et qu'en même temps il ne seroit nulle part proportionnel à cette même cause.

D'autre côté, ce seroit sans aucun fondement qu'on voudroit soutenir que dans un globe qui a reçu ou qui possède un certain degré de chaleur, il pourroit y avoir des parties beaucoup moins chaudes les unes que les autres. Nous connoissons assez le progrès de la chaleur et les phénomènes de sa communication pour être assurés qu'elle se distribue toujours également, puisqu'en appliquant un corps, même froid, sur un corps chaud, celui-ci communiquera nécessairement à l'autre assez de chaleur pour que tous deux soient bientôt au même degré de température. L'on ne doit donc pas supposer qu'il y ait, vers le climat des pôles, des couches de matières moins chaudes, moins perméables à la chaleur, que dans les autres climats ; car, de quelque nature qu'on les voulût supposer, l'expérience nous démontre qu'en un très-petit temps elles seroient devenues aussi chaudes que les autres.

Les grands froids du nord ne viennent donc pas de ces prétendus obstacles qui s'opposeroient à la sortie de la chaleur, ni de la petite différence que doit produire celle des diamètres du sphéroïde terrestre, et il m'a paru, après y avoir réfléchi, qu'on devoit attribuer l'égalité des étés et la grande inégalité des hivers à une cause bien plus simple, et qui néanmoins a échappé à tous les physiciens.

Il est certain que, comme la chaleur propre de la terre est beaucoup plus grande que celle qui lui vient du soleil, les étés doivent paroître à très-peu près égaux partout, parce que cette même chaleur du soleil ne fait qu'une petite augmentation au fond réel de la chaleur propre, et que par conséquent, si cette chaleur envoyée du soleil n'est que 1/50 de la chaleur propre du globe, le plus ou moins de séjour de cet astre sur l'horizon, sa plus grande ou sa moindre obliquité sur le climat, et même son absence totale ne produiroit que 1/50 de différence sur la température du climat, et que dès lors les étés doivent paroître et sont en effet à très-peu près égaux dans tous les climats de la terre. Mais ce qui fait que les hivers sont si fort inégaux, c'est que les émanations de cette chaleur intérieure du globe se trouvent en très-grande partie supprimées dès que le froid et la gelée resserrent et consolident la surface de la terre et des eaux. Comme cette chaleur qui sort du globe décroît dans les airs à mesure et en même raison que l'espace augmente, elle a déjà beaucoup perdu à une demi-lieue ou une lieue de hauteur ; la seule condensation de l'air par cette cause suffit pour produire des vents froids qui, se rabattant sur la surface de la terre, la resserrent et la gèlent [1]. Tant que dure ce resserrement de la couche extérieure de la terre, les émanations de la chaleur intérieure sont retenues, et le froid paroît et est en effet très-considérablement augmenté par cette suppression d'une partie de cette chaleur : mais dès que l'air devient plus doux, et que la couche superficielle du globe perd sa rigidité, la chaleur retenue pendant tout le temps de la gelée sort en plus grande abondance que dans les climats où il ne gèle pas, en sorte que la somme des émanations de la chaleur devient égale et la même partout ; et c'est par cette raison que les plantes végètent plus vite et que les récoltes se font en beaucoup moins de temps dans les pays du nord ; c'est par la même raison qu'on y ressent souvent, au commencement de l'été, des chaleurs insoutenables, etc.

Si l'on vouloit douter de la suppression

1. On s'aperçoit de ces vents rabattus toutes les fois qu'il doit geler ou tomber de la neige ; le vent, sans même être très-violent, se rabat par les cheminées, et chasse dans la chambre les cendres du foyer : cela ne manque jamais d'arriver, surtout pendant la nuit, lorsque le feu est éteint ou couvert.

des émanations de la chaleur intérieure par l'effet de la gelée, il ne faut, pour s'en convaincre, que se rappeler des faits connus de tout le monde. Qu'après une gelée il tombe de la neige, on la verra se fondre sur tous les puits, les aqueducs, les citernes, les ciels de carrière, les voûtes des fosses souterraines ou des galeries des mines, lors même que ces profondeurs, ces puits ou ces citernes ne contiennent point d'eau. Les émanations de la terre ayant leur libre issue par ces espèces de cheminées, le terrain qui en recouvre le sommet n'est jamais gelé au même degré que la terre pleine; il permet aux émanations leur cours ordinaire, et leur chaleur suffit pour fondre la neige sur tous ces endroits creux, tandis qu'elle subsiste et demeure sur tout le reste de la surface où la terre n'est point excavée.

Cette suppression des émanations de la chaleur propre de la terre se fait non seulement par la gelée, mais encore par le simple resserrement de la terre, souvent occasioné par un moindre degré de froid que celui qui est nécessaire pour en geler la surface. Il y a très-peu de pays où il gèle dans les plaines au delà du 35e degré de latitude, surtout dans l'hémisphère boréal; il semble donc que, depuis l'équateur jusqu'au 35e degré, les émanations de la chaleur terrestre ayant toujours leur libre issue, il ne devroit y avoir presque aucune différence de l'hiver à l'été, puisque cette différence ne pourroit provenir que de deux causes, toutes deux trop petites pour produire un résultat sensible. La première de ces causes est la différence de l'action solaire : mais comme cette action elle-même est beaucoup plus petite que celle de la chaleur terrestre, leur différence devient dès lors si peu considérable, qu'on peut la regarder comme nulle. La seconde cause est l'épaisseur du globe, qui, vers le 35e degré, est à peu près de 1/500 moindre qu'à l'équateur : mais cette différence ne peut encore produire qu'un très-petit effet, qui n'est nullement proportionnel à celui que nous indiquent les observations, puisqu'à 35 degrés le rapport des émanations de la chaleur terrestre à la chaleur solaire est en été de 33 à 1, et en hiver de 153 à 1; ce qui donneroit 186 à 2, ou 93 à 1. Ce ne peut donc être qu'au resserrement de la terre occasioné par le froid, ou même au froid produit par les pluies durables qui tombent dans ces climats, qu'on peut attribuer cette différence de l'hiver à l'été : le resserrement de la terre par le froid supprime une partie des émanations de la chaleur intérieure, et le froid, toujours renouvelé par la chute des pluies, diminue l'intensité de cette même chaleur; ces deux causes produisent donc ensemble la différence de l'hiver à l'été.

D'après cet exposé, il me semble que l'on est maintenant en état d'entendre pourquoi les hivers semblent être si différens. Ce point de physique générale n'avait jamais été discuté; personne, avant M. de Mairan, n'avoit même cherché les moyens de l'expliquer, et nous avons démontré précédemment l'insuffisance de l'explication qu'il en donne : la mienne, au contraire, me paroît si simple et si bien fondée, que je ne doute pas qu'elle ne soit entendue par tous les bons esprits.

Après avoir prouvé que la chaleur qui nous vient du soleil est fort inférieure à la chaleur propre de notre globe; après avoir exposé qu'en ne la supposant que de 1/50 le refroidissement du globe à la température actuelle n'a pu se faire qu'en 74832 ans; après avoir montré que le temps de ce refroidissement seroit encore plus long, si la chaleur envoyée par le soleil à la terre étoit dans un rapport plus grand, c'est-à-dire de 1/25 ou de 1/10 au lieu de 1/50, on ne pourra pas nous blâmer d'avoir adopté la proportion qui nous paroît la plus plausible par les raisons physiques, et en même temps la plus concevable, pour ne pas trop étendre et reculer trop loin les temps du commencement de la nature, que nous avons fixé à 37 ou 38 mille ans, à dater en arrière de ce jour.

J'avoue néanmoins que ce temps, tout considérable qu'il est, ne me paroît pas encore assez grand, assez long pour certains changemens, certaines altérations successives que l'histoire naturelle nous démontre, et qui semblent avoir exigé une suite de siècles encore plus longue : je serois donc très-porté à croire que, dans le réel, les temps ci-devant indiqués pour la durée de la nature doivent être augmentés peut-être du double, si l'on veut se trouver à l'aise pour l'explication de tous les phénomènes. Mais, je le répète, je m'en suis tenu aux moindres termes, et j'ai restreint les limites du temps autant qu'il étoit possible de le faire sans contredire les faits et les expériences.

On pourra peut-être chicaner ma théorie par une autre objection qu'il est bon de prévenir. On me dira que j'ai supposé, d'après Newton, la chaleur de l'eau bouillante trois fois plus grande que celle du soleil d'été, et la chaleur du fer rouge huit fois

plus grande que celle de l'eau bouillante, c'est-à-dire vingt-quatre ou vingt-cinq fois plus grande que celle de la température actuelle de la terre, et qu'il entre de l'hypothétique dans cette supposition, sur laquelle j'ai néanmoins fondé la seconde base de mes calculs, dont les résultats seroient sans doute fort différens, si cette chaleur du fer rouge ou du verre en incandescence, au lieu d'être en effet vingt-cinq fois plus grande que la chaleur actuelle du globe, n'étoit, par exemple, que cinq ou six fois aussi grande.

Pour sentir la valeur de cette objection, faisons d'abord le calcul du refroidissement de la terre, dans cette supposition qu'elle n'étoit dans le temps de l'incandescence que cinq fois plus chaude qu'elle ne l'est aujourd'hui, en supposant, comme dans les autres calculs, que la chaleur solaire n'est que 1/50 de la chaleur terrestre. Cette chaleur solaire, qui fait aujourd'hui compensation de 1/50, n'auroit fait compensation que de 1/250 dans le temps de l'incandescence. Ces deux termes ajoutés donnent 6/250, qui multipliés par 12 1/2, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent 15/250 pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant la période entière de la déperdition de la chaleur propre du globe, qui est de 74047 ans. Ainsi l'on aura 5 : 15/250 :: 74047 : 888 14/25 : d'où l'on voit que le prolongement du refroidissement, qui, par une chaleur vingt-cinq fois plus grande que la température actuelle, n'a été que de 770 ans, auroit été de 888 14/25 dans la supposition que cette première chaleur n'auroit été que cinq fois plus grande que cette même température actuelle. Cela seul nous fait voir que, quand même on voudroit supposer cette chaleur primitive fort au dessous de vingt-cinq, il n'en résulteroit qu'un prolongement plus long pour le refroidissement du globe, et cela seul me paroît suffire aussi pour satisfaire à l'objection.

Enfin, me dira-t-on, vous avez calculé la durée du refroidissement des planètes, non seulement par la raison inverse de leurs diamètres, mais encore par la raison inverse de leur densité; cela seroit fondé si l'on pouvoit imaginer qu'il existe en effet des matières dont la densité seroit aussi différente de celle de notre globe; mais en existe-t-il? quelle sera, par exemple, la matière dont vous composerez Saturne, puisque sa densité est plus de cinq fois moindre que celle de la terre?

A cela je réponds qu'il seroit aisé de trouver, dans le genre végétal, des matières cinq ou six fois moins denses qu'une masse de fer, de marbre blanc, de grès, de marbre commun, et de pierre calcaire dure, dont nous savons que la terre est principalement composée : mais sans sortir du règne minéral, et considérant la densité de ces cinq matières, on a pour celle du fer 21 10/72, pour celle du marbre blanc 8 25/72, pour celle du grès 7 24/72, pour celle du marbre commun et de la pierre calcaire dure 7 20/72, prenant le terme moyen des densités de ces cinq matières, dont le globe terrestre est principalement composé, on trouve que sa densité est 10 3/18. Il s'agit donc de trouver une matière dont la densité soit $1\,\frac{891\frac{1}{9}}{1000}$; ce qui est le même rapport de 184, densité de Saturne, à 1000, densité de la terre. Or cette matière seroit une espèce de pierre ponce un peu moins dense que la pierre ponce ordinaire, dont la densité relative est ici de 1 69/72; il paroît donc que Saturne est principalement composé d'une matière légère semblable à la pierre ponce.

De même, la densité de la terre étant à celle de Jupiter :: 1000 : 292, ou :: 10 5/18 : $3\,\frac{1\frac{1}{9}}{1000}$, on doit croire que Jupiter est composé d'une matière plus dense que la pierre ponce, et moins dense que la craie.

La densité de la terre étant à celle de la lune :: 1000 : 702, ou :: 10 5/18 : $7\,\frac{213}{1000}$, cette planète secondaire est composée d'une matière dont la densité n'est pas tout-à-fait si grande que celle de la pierre calcaire dure, mais plus grande que celle de la pierre calcaire tendre.

La densité de la terre étant à celle de Mars :: 1000 : 730, ou :: 10 5/18 : $7\,\frac{502\frac{1}{9}}{1000}$, on doit croire que cette planète est composée d'une matière dont la densité est un peu plus grande que celle du grès, et moins grande que celle du marbre blanc.

Mais la densité de la terre étant à celle de Vénus :: 1000 : 1270, ou :: 10 5/18 : $13\,\frac{52\frac{7}{9}}{1000}$, on peut croire que cette planète est principalement composée d'une matière plus dense que l'émeril, et moins dense que le zinc.

Enfin la densité de la terre étant à celle de Mercure :: 1000 : 2040, ou :: 10 5/18 : $20\,\frac{966\frac{2}{3}}{1000}$, on doit croire que cette planète

est composée d'une matière un peu moins dense que le fer, mais plus dense que l'étain.

Hé! comment, dira-t-on, la nature vivante que vous supposez établie partout peut-elle exister sur des planètes de fer, d'émeril, ou de pierre ponce? Par les mêmes causes, répondrai-je, et par les mêmes moyens qu'elle existe sur le globe terrestre, quoique composé de pierre, de grès, de marbre, de fer, et de verre. Il en est des autres planètes comme de notre globe : leur fonds principal est une des matières que nous venons d'indiquer; mais les causes extérieures auront bientôt altéré la couche superficielle de cette matière, et, selon les différens degrés de chaleur ou de froid, de sécheresse ou d'humidité, elles auront converti en assez peu de temps cette matière, de quelque nature qu'on la suppose, en une terre féconde et propre à recevoir les germes de la nature organisée, qui tous n'ont besoin que de chaleur et d'humidité pour se développer.

Après avoir satisfait aux objections qui paroissent se présenter les premières, il est nécessaire d'exposer les faits, et les observations par lesquelles on s'est assuré que la chaleur du soleil n'est qu'un accessoire, un petit complément à la chaleur réelle qui émane continuellement du globe de la terre; et il sera bon de faire voir en même temps comment les thermomètres comparables nous ont appris, d'une manière certaine, que le chaud de l'été est égal dans tous les climats de la terre, à l'exception de quelques endroits, comme le Sénégal, et de quelques autres parties de l'Afrique où la chaleur est plus grande qu'ailleurs, par des raisons particulières dont nous parlerons lorsqu'il s'agira d'examiner les exceptions à cette règle générale.

On peut démontrer par des évaluations incontestables, que la lumière, et par conséquent la chaleur envoyée du soleil à la terre en été, est très-grande en comparaison de la chaleur envoyée par ce même astre en hiver, et que néanmoins, par des observations très-exactes et très-réitérées, la différence de la chaleur réelle de l'été à celle de l'hiver est fort petite. Cela seul seroit suffisant pour prouver qu'il existe dans le globe terrestre une très-grande chaleur, dont celle du soleil ne fait que le complément; car, en recevant les rayons du soleil sur le même thermomètre en été et en hiver, M. Amontons a le premier observé que les plus grandes chaleurs de l'été, dans notre climat, ne diffèrent du froid de l'hiver, lorsque l'eau se congèle, que comme 7 diffère de 6, tandis qu'on peut démontrer que l'action du soleil en été est environ 66 fois plus grande que celle du soleil en hiver : on ne peut donc pas douter qu'il n'y ait un fonds de très-grande chaleur dans le globe terrestre, sur lequel, comme base, s'élèvent les degrés de la chaleur qui nous vient du soleil, et que les émanations de ce fonds de chaleur à la surface du globe ne nous donnent une quantité de chaleur beaucoup plus grande que celle qui nous arrive du soleil.

Si l'on demande comment on a pu s'assurer que la chaleur envoyée par le soleil en été est 66 fois plus grande que la chaleur envoyée par ce même astre en hiver dans notre climat, je ne puis mieux répondre qu'en renvoyant aux Mémoires donnés par feu M. de Mairan en 1719, 1722, et 1765, et insérés dans ceux de l'Académie, où il examine avec une attention scrupuleuse les causes de la vicissitude des saisons dans les différens climats. Ces causes peuvent se réduire à quatre principales, savoir : 1° l'inclinaison sous laquelle tombe la lumière du soleil suivant les différentes hauteurs de cet astre sur l'horizon; 2° l'intensité de la lumière, plus ou moins grande à mesure que son passage dans l'atmosphère est plus ou moins oblique; 3° la différente distance de la terre au soleil en été et en hiver; 4° l'inégalité de la longueur des jours dans les climats différens. Et en partant du principe que la quantité de la chaleur est proportionnelle à l'action de la lumière, on se démontrera aisément à soi-même que ces quatre causes réunies, combinées, et comparées, diminuent pour notre climat cette action de la chaleur du soleil dans un rapport d'environ 66 à 1 du solstice d'été au solstice d'hiver. Et en supposant l'affoiblissement de l'action de la lumière par ces quatre causes, c'est-à-dire, 1° par la moindre ascension ou élévation du soleil à midi du solstice d'hiver, en comparaison de son ascension à midi du solstice d'été; 2° par la diminution de l'intensité de la lumière, qui traverse plus obliquement l'atmosphère au solstice d'hiver qu'au solstice d'été, 3° par la plus grande proximité de la terre au soleil en hiver qu'en été; 4° par la diminution de la continuité de la chaleur produite par la moindre durée du jour ou par la plus longue absence du soleil au solstice d'hiver, qui, dans notre climat, est à peu près double de celle du solstice d'été, on ne pourra pas douter que la différence ne soit

en effet très-grande, et environ de 66 à 1 dans notre climat; et cette vérité de théorie peut être regardée comme aussi certaine que la seconde vérité, qui est d'expérience, et qui nous démontre, par les observations du thermomètre exposé immédiatement aux rayons du soleil en hiver et en été, que la différence de la chaleur réelle, dans ces deux temps, n'est néanmoins tout au plus que de 7 à 6. Je dis tout au plus; car cette détermination donnée par M. Amontons n'est pas, à beaucoup près, aussi exacte que celle qui a été faite par M. de Mairan, d'après un grand nombre d'observations ultérieures, par lesquelles il prouve que ce rapport est :: 32 : 31. Que doit donc indiquer cette prodigieuse inégalité entre ces deux rapports de l'action de la chaleur solaire en été et en hiver, qui est de 66 à 1, et de celui de la chaleur réelle, qui n'est que de 32 à 31 de l'été à l'hiver? N'est-il pas évident que la chaleur propre du globe de la terre est nombre de fois plus grande que celle qui lui vient du soleil? Il paroît en effet que, dans le climat de Paris, cette chaleur de la terre est 29 fois plus grande en été, et 491 fois plus grande en hiver que celle du soleil, comme l'a déterminé M. de Mairan. Mais j'ai déjà averti qu'on ne devoit pas conclure, de ces deux rapports combinés, le rapport réel de la chaleur du globe de la terre à celle qui lui vient du soleil, et j'ai donné les raisons qui m'ont décidé à supposer qu'on peut estimer cette chaleur du soleil cinquante fois moindre que la chaleur qui émane de la terre.

Il nous reste maintenant à rendre compte des observations faites avec les thermomètres. On a recueilli, depuis l'année 1710 jusqu'en 1756 inclusivement, le degré du plus grand chaud et celui du plus grand froid qui s'est fait à Paris chaque année : on en a fait une somme, et l'on a trouvé que, année commune, tous les thermomètres réduits à la division de Réaumur ont donné 1026 pour la grande chaleur de l'été, c'est-à-dire 26 degrés au dessus du point de la congélation de l'eau; on a trouvé de même que le degré commun du plus grand froid de l'hiver a été, pendant ces cinquante-six années, de 994, ou de 6 degrés au dessous de la congélation de l'eau : d'où l'on a conclu, avec raison, que le plus grand chaud de nos étés à Paris ne differe du plus grand froid de nos hivers que de 1/32, puisque 994 : 1026 :: 31 : 32. C'est sur ce fondement que nous avons dit que le rapport du plus grand chaud au plus grand froid n'étoit que :: 32 : 31. Mais on peut objecter contre la précision de cette évaluation le défaut de construction du thermomètre, division de Réaumur, auquel on réduit ici l'échelle de tous les autres; et ce défaut est de ne partir que de mille degrés au dessous de la glace, comme si ce millième degré étoit en effet celui du froid absolu, tandis que le froid absolu n'existe point dans la nature, et que celui de la plus petite chaleur devroit être supposé de dix mille au lieu de mille, ce qui changeroit la graduation du thermomètre. On peut encore dire qu'à la vérité il n'est pas impossible que toutes nos sensations entre le plus grand chaud et le plus grand froid soient comprises dans un aussi petit intervalle que celui d'une unité sur 32 de chaleur, mais que la voix du sentiment semble s'élever contre cette opinion, et nous dire que cette limite est trop étroite, et que c'est bien assez réduire cet intervalle que de lui donner un huitième ou un septième au lieu d'un trente-deuxième.

Mais quoi qu'il en soit de cette évaluation, qui se trouvera peut-être encore trop forte lorsqu'on aura des thermomètres mieux construits, on ne peut pas douter que la chaleur de la terre, qui sert de base à la chaleur réelle que nous éprouvons, ne soit très-considérablement plus grande que celle qui nous vient du soleil, et que cette dernière n'en soit qu'un petit complément. De même, quoique les thermomètres dont on s'est servi pèchent par le principe de leur construction et par quelques autres défauts dans leur graduation, on ne peut pas douter de la vérité des faits comparés que nous ont appris les observations faites en différens pays avec ces mêmes thermomètres construits et gradués de la même façon, parce qu'il ne s'agit ici que de vérités relatives et de résultats comparés, et non pas de vérités absolues.

Or, de la même manière qu'on a trouvé, par l'observation de cinquante-six années successives, la chaleur de l'été à Paris de 1026 ou de 26 degrés au dessus de la congélation, on a aussi trouvé avec les mêmes thermomètres que cette chaleur de l'été étoit 1026 dans tous les autres climats de la terre, depuis l'équateur jusque vers le cercle polaire : à Madagascar, aux îles de France et de Bourbon, à l'île Rodrigue, à Siam, aux Indes orientales, à Alger, à Malte, à Cadix, à Montpellier, à Lyon, à Amsterdam, à Varsovie, à Upsal, à Pétersbourg, et jusqu'en Laponie près du cercle polaire;

à Cayenne, au Pérou, à la Martinique, à Carthagène en Amérique, et à Panama; enfin, dans tous les climats des deux hémisphères et des deux continens où l'on a pu faire des observations, on a constamment trouvé que la liqueur du thermomètre s'élevoit également à 25, 26, ou 27 degrés dans les jours les plus chauds de l'été; et de là résulte le fait incontestable de l'égalité de la chaleur en été dans tous les climats de la terre. Il n'y a sur cela d'autres exceptions que celle du Sénégal et de quelques autres endroits où le thermomètre s'élève 5 ou 6 degrés de plus, c'est-à-dire à 31 ou 32 degrés; mais c'est par des causes accidentelles et locales, qui n'altèrent point la vérité des observations ni la certitude de ce fait général, lequel seul pourroit encore nous démontrer qu'il existe réellement une très-grande chaleur dans le globe terrestre, dont l'effet ou les émanations sont à peu près égales dans tous les points de sa surface, et que le soleil, bien loin d'être la sphère unique de la chaleur qui anime la nature, n'en est tout au plus que le régulateur.

Ce fait important, que nous consignons à la postérité, lui fera reconnoître la progression réelle de la diminution de la chaleur du globe terrestre, que nous n'avons pu déterminer que d'une manière hypothétique : on verra, dans quelques siècles, que la plus grande chaleur de l'été, au lieu d'élever la liqueur du thermomètre à 26, ne l'élèvera plus qu'à 25, à 24 ou au dessous, et on jugera par cet effet, qui est le résultat de toutes les causes combinées, de la valeur de chacune des causes particulières qui produisent l'effet total de la chaleur à la surface du globe; car, indépendamment de la chaleur qui appartient en propre à la terre et qu'elle possède dès le temps de l'incandescence, chaleur dont la quantité est très-considérablement diminuée et continuera de diminuer dans la succession des temps, indépendamment de la chaleur qui nous vient du soleil, qu'on peut regarder comme constante, et qui par conséquent fera dans la suite une plus grande compensation qu'aujourd'hui à la perte de cette chaleur propre du globe, il y a encore deux autres causes particulières qui peuvent ajouter une quantité considérable de chaleur à l'effet des deux premières, qui sont les seules dont nous ayons fait jusqu'ici l'évaluation.

L'une de ces causes particulières provient en quelque façon de la première cause générale, et peut y ajouter quelque chose. Il est certain que dans le temps de l'incandescence, et dans tous les siècles subséquens, jusqu'à celui du refroidissement de la terre au point de pouvoir la toucher, toutes les matières volatiles ne pouvoient résider à la surface ni même dans l'intérieur du globe; elles étoient élevées et répandues en forme de vapeurs, et n'ont pu se déposer que successivement à mesure qu'il se refroidissoit. Ces matières ont pénétré par les fentes et les crevasses de la terre à d'assez grandes profondeurs en une infinité d'endroits : c'est là le fonds primitif des volcans, qui, comme l'on sait, se trouvent tous dans les hautes montagnes, où les fentes de la terre sont d'autant plus grandes, que ces pointes du globe sont plus avancées, plus isolées. Ce dépôt des matières volatiles du premier âge aura été prodigieusement augmenté par l'addition de toutes les matières combustibles, dont la formation est des âges subséquens. Les pyrites, les soufres, les charbons de terre, les bitumes, etc., ont pénétré dans les cavités de la terre, et ont produit presque partout de grands amas de matières inflammables, et souvent des incendies qui se manifestent par des tremblemens de terre, par l'éruption des volcans, et par les sources chaudes qui découlent des montagnes ou sourdent à l'intérieur dans les cavités de la terre. On peut donc présumer que ces feux souterrains, dont les uns brûlent, pour ainsi dire, sourdement et sans explosion, et dont les autres éclatent avec tant de violence, augmentent un peu l'effet de la chaleur générale du globe : néanmoins cette addition de chaleur ne peut être que très-petite, car on a observé qu'il fait à très peu près aussi froid au dessus des volcans qu'au dessus des autres montagnes à la même hauteur, à l'exception des temps où le volcan travaille et jette au dehors des vapeurs enflammées ou des matières brûlantes. Cette cause particulière de chaleur ne me paroît donc pas mériter autant de considération que lui en ont donné quelques physiciens.

Il n'en est pas de même d'une seconde cause à laquelle il semble qu'on n'a pas pensé, c'est le mouvement de la lune autour de la terre. Cette planète secondaire fait sa révolution autour de nous en 27 jours un tiers environ, et, étant éloignée à 85 mille 325 lieues, elle parcourt une circonférence de 536 mille 329 lieues dans cet espace de temps, ce qui fait un mouvement de 817 lieues par heure, ou de 13 à 14 lieues par minute. Quoique cette marche soit peut-être la plus lente de tous les corps célestes, elle ne laisse pas d'être assez rapid

pour produire sur la terre, qui sert d'essieu ou de pivot à ce mouvement, une chaleur considérable par le frottement qui résulte de la charge et de la vitesse de cette planète; mais il ne nous est pas possible d'évaluer cette quantité de chaleur produite par cette cause extérieure, parce que nous n'avons rien jusqu'ici qui puisse nous servir d'unité ou de terme de comparaison : mais si l'on parvient jamais à connoître le nombre, la grandeur, et la vitesse de toutes les comètes, comme nous connoissons le nombre, la grandeur, et la vitesse de toutes les planètes qui circulent autour du soleil, on pourra juger alors de la quantité de chaleur que la lune peut donner à la terre, par la quantité beaucoup plus grande de feu que tous ces vastes corps excitent dans le soleil; et je serois fort porté à croire que la chaleur produite par cette cause dans le globe de la terre ne laisse pas de faire une partie assez considérable de sa chaleur propre, et qu'en conséquence il faut encore étendre les limites des temps pour la durée de la nature. Mais revenons à notre principal objet.

Nous avons vu que les étés sont à très-peu près égaux dans tous les climats de la terre, et que cette vérité est appuyée sur des faits incontestables : mais il n'en est pas de même des hivers; ils sont très-inégaux, et d'autant plus inégaux dans les différens climats, qu'on s'éloigne plus de celui de l'équateur, où la chaleur en hiver et en été est à peu près la même. Je crois en avoir donné la raison dans le cours de ce mémoire, et avoir expliqué d'une manière satisfaisante la cause de cette inégalité par la suppression des émanations de la chaleur terrestre. Cette suppression est, comme je l'ai dit, occasionée par les vents froids qui se rabattent du haut de l'air, resserrent les terres, glacent les eaux, et renferment les émanations de la chaleur terrestre pendant tout le temps que dure la gelée, en sorte qu'il n'est pas étonnant que le froid des hivers soit en effet d'autant plus grand que l'on avance davantage vers les climats où la masse de l'air recevant plus obliquement les rayons du soleil est, par cette raison, la plus froide.

Mais il y a pour le froid comme pour le chaud quelques contrées sur la terre qui font une exception à la règle générale. Au Sénégal, en Guinée, à Angole, et probablement dans tous les pays où l'on trouve l'espèce humaine teinte de noir, comme en Nubie, à la terre des Papous, dans la Nouvelle-Guinée, etc., il est certain que la chaleur est plus grande que dans tout le reste de la terre; mais c'est par des causes locales, dont nous avons donné l'explication dans le premier volume de cet ouvrage [1]. Ainsi, dans ces climats particuliers où le vent d'est règne pendant toute l'année, et passe, avant d'arriver, sur une étendue de terre très-considérable où il prend une chaleur brûlante, il n'est pas étonnant que la chaleur se trouve plus grande de 5, 6, et même 7 degrés, qu'elle ne l'est partout ailleurs; et de même les froids excessifs de la Sibérie ne prouvent rien autre chose, sinon que cette partie de la surface du globe est beaucoup plus élevée que toutes les terres adjacentes. « Les pays asiatiques septentrionaux, dit le baron de Strahlenberg, sont considerablement plus élevés que les européens : ils le sont comme une table l'est en comparaison du plancher sur lequel elle est posée; car, lorsqu'en venant de l'ouest et sortant de la Russie on passe à l'est par les monts Riphées et Rymniques pour entrer en Sibérie, on avance toujours plus en montant qu'en descendant. » « Il y a bien des plaines en Sibérie, dit M. Gmelin, qui ne sont pas moins élevées au dessus du reste de la terre, ni moins éloignées de son centre, que ne le sont d'assez hautes montagnes en plusieurs autres régions. » Ces plaines de Sibérie paroissent être en effet tout aussi hautes que le sommet des monts Riphées, sur lequel la glace et la neige ne fondent pas entièrement pendant l'été; et si ce même effet n'arrive pas dans les plaines de Sibérie, c'est parce qu'elles sont moins isolées, car cette circonstance locale fait encore beaucoup à la durée et à l'intensité du froid ou du chaud. Une vaste plaine une fois échauffée conservera sa chaleur plus long-temps qu'une montagne isolée, quoique toutes deux également élevées, et, par cette même raison, la montagne une fois refroidie conservera sa neige ou sa glace plus long-temps que la plaine.

Mais, si l'on compare l'excès du chaud à l'excès du froid produit par ces causes particulieres et locales, on sera peut-être surpris de voir que dans les pays tels que le Sénégal, où la chaleur est la plus grande, elle n'excède néanmoins que de 7 degrés la plus grande chaleur générale, qui est de 26 degrés au dessus de la congélation, et que la plus grande hauteur à laquelle s'élève la liqueur du thermomètre n'est tout au plus que de 33 degrés au dessus de ce même

1. Voyez l'Histoire naturelle, article *Variétés de l'espèce humaine*.

point, tandis que les grands froids de Sibérie vont quelquefois jusqu'à 60 et 70 degrés au dessous de ce même point de la congélation, et qu'à Pétersbourg, à Upsal, etc., sous la même latitude de la Sibérie, les plus grands froids ne font descendre la liqueur qu'à 25 ou 26 degrés au dessous de la congélation. Ainsi l'excès de chaleur produit par les causes locales n'étant que de 6 ou 7 degrés au dessus de la plus grande chaleur du reste de la zone torride, et l'excès du froid produit de même par les causes locales étant de plus de 40 degrés au dessus du plus grand froid sous la même latitude, on doit en conclure que ces mêmes causes locales ont bien plus d'influence dans les climats froids que dans les climats chauds, quoiqu'on ne voie pas d'abord ce qui peut produire cette grande différence dans l'excès du froid et du chaud. Cependant, en y réfléchissant, il me semble qu'on peut concevoir aisément la raison de cette différence. L'augmentation de la chaleur d'un climat tel que le Sénégal ne peut venir que de l'action de l'air, de la nature du terroir, et de la dépression du terrain : cette contrée, presque au niveau de la mer, est en grande partie couverte de sables arides; un vent d'est constant, au lieu d'y rafraîchir l'air, le rend brûlant, parce que ce vent traverse, avant que d'arriver, plus de deux mille lieues de terre sur laquelle il s'échauffe toujours de plus en plus; et néanmoins toutes ces causes réunies ne produisent qu'un excès de 6 ou 7 degrés au dessus de 26, qui est le terme de la plus grande chaleur de tous les autres climats : mais dans une contrée telle que la Sibérie, où les plaines sont élevées comme les sommets des montagnes le sont au dessus du niveau du reste de la terre, cette seule différence d'élévation doit produire un effet proportionnellement beaucoup plus grand que la dépression du terrain du Sénégal, qu'on ne peut pas supposer plus grande que celle du niveau de la mer; car si les plaines de Sibérie sont seulement élevées de quatre ou cinq cents toises au dessus du niveau d'Upsal ou de Pétersbourg, on doit cesser d'être étonné que l'excès du froid y soit si grand, puisque la chaleur qui émane de la terre décroissant à chaque point comme l'espace augmente, cette seule cause de l'élévation du terrain suffit pour expliquer cette grande différence du froid sous la même latitude.

Il ne reste sur cela qu'une question assez intéressante. Les hommes, les animaux, et les plantes, peuvent supporter pendant quelque temps la rigueur de ce froid extrême, qui est de 60 degrés au dessous de la congélation : pourroient-ils également supporter une chaleur qui seroit de 60 degrés au dessus? Oui, si l'on pouvoit se précautionner et se mettre à l'abri contre le chaud comme on sait le faire contre le froid, si d'ailleurs cette chaleur excessive ne duroit, comme le froid excessif, que pendant un petit temps, et si l'air pouvoit pendant le reste de l'année rafraîchir la terre de la même manière que les émanations de la chaleur du globe réchauffent l'air dans les pays froids. On connoît des plantes, des insectes, et des poissons qui croissent et vivent dans des eaux thermales dont la chaleur est de 45, 50, et jusqu'à 60 degrés : il y a donc des espèces dans la nature vivante qui peuvent supporter ce degré de chaleur; et comme les nègres sont dans le genre humain ceux que la grande chaleur incommode le moins, ne devoit-on pas en conclure avec assez de vraisemblance que, dans notre hypothèse, leur race pourroit être plus ancienne que celle des hommes blancs?

DES ÉPOQUES
DE LA NATURE.

DES ÉPOQUES DE LA NATURE.

Comme, dans l'histoire civile, on consulte les titres, on recherche les médailles, on déchiffre les inscriptions antiques, pour déterminer les époques des révolutions humaines, et constater les dates des événemens moraux; de même, dans l'histoire naturelle, il faut fouiller les archives du monde, tirer des entrailles de la terre les vieux monumens, recueillir leurs débris, et rassembler en un corps de preuves tous les indices des changemens physiques qui peuvent nous faire remonter aux différens âges de la nature. C'est le seul moyen de fixer quelques points dans l'immensité de l'espace, et de placer un certain nombre de pierres numéraires sur la route éternelle du temps. Le passé est comme la distance; notre vue y décroît, et s'y perdroit de même, si l'histoire et la chronologie n'eussent placé des fanaux, des flambeaux, aux points les plus obscurs : mais, malgré ces lumières de la tradition écrite, si l'on remonte à quelques siècles, que d'incertitudes dans les faits! que d'erreurs sur les causes des événemens! et quelle obscurité profonde n'environne pas les temps antérieurs à cette tradition! D'ailleurs elle ne nous a transmis que les gestes de quelques nations, c'est-à-dire les actes d'une très-petite partie du genre humain; tout le reste des hommes est demeuré nul pour nous, nul pour la postérité; ils ne sont sortis de leur néant que pour passer comme des ombres qui ne laissent point de traces : et plût au ciel que le nombre de tous ces prétendus héros dont on a célébré les crimes ou la gloire sanguinaire fût également enseveli dans la nuit de l'oubli!

Ainsi l'histoire civile, bornée d'un côté par les ténèbres d'un temps assez voisin du nôtre, ne s'étend de l'autre qu'aux petites portions de terre qu'ont occupées successivement les peuples soigneux de leur mémoire; au lieu que l'histoire naturelle embrasse également tous les espaces, tous les temps, et n'a d'autres limites que celles de l'univers.

La nature étant contemporaine de la matière, de l'espace, et du temps, son histoire est celle de toutes les substances, de tous les lieux, de tous les âges; et quoiqu'il paroisse à la première vue que ses grands ouvrages ne s'altèrent ni ne changent, et que dans ses productions, même les plus fragiles et les plus passagères, elle se montre toujours et constamment la même, puisqu'à chaque instant ses premiers modèles reparoissent à nos yeux sous de nouvelles représentations, cependant, en l'observant de près, on s'apercevra que son cours n'est pas absolument uniforme : on reconnoîtra qu'elle admet des variations sensibles, qu'elle reçoit des altérations successives, qu'elle se prête même à des combinaisons nouvelles, à des mutations de matière et de forme; qu'enfin autant elle paroît fixe dans son tout, autant elle est variable dans chacune de ses parties; et si nous l'embrassons dans toute son étendue, nous ne pourrons douter qu'elle ne soit aujourd'hui très-différente de ce qu'elle étoit au commencement et de ce qu'elle est devenue dans la succession des temps : ce sont ces changemens divers que nous appelons ses époques. La nature s'est trouvée dans différens états; la surface de la terre a pris successivement des formes différentes; les cieux mêmes ont varié, et toutes les choses de l'univers physique sont, comme celles du monde moral, dans un mouvement continuel de variations successives. Par exemple, l'état dans lequel nous voyons aujourd'hui la nature est autant notre ouvrage que le sien; nous avons su la tempérer, la modifier, la plier à nos besoins, à nos désirs; nous avons sondé, cultivé, fécondé la terre : l'aspect sous lequel elle se présente est donc bien différent de celui des temps antérieurs à l'invention des arts. L'âge d'or de la morale, ou plutôt de la fable, n'étoit que l'âge de fer de la physique et de la vérité. L'homme de ce temps, encore à demi sauvage, dispersé, peu nombreux, ne sentoit pas sa puissance, ne connoissoit pas sa

vraie richesse; le trésor de ses lumières étoit enfoui; il ignoroit la force des volontés unies, et ne se doutoit pas que, par la société et par des travaux suivis et concertés, il viendroit à bout d'imprimer ses idées sur la surface entière de l'univers.

Aussi faut-il aller chercher et voir la nature dans ces régions nouvellement découvertes, dans ces contrées de tout temps inhabitées, pour se former une idée de son état ancien; et cet ancien état est encore bien moderne en comparaison de celui où nos continens terrestres étoient couverts par les eaux, où les poissons habitoient sur nos plaines, où nos montagnes formoient les écueils des mers : combien de changemens et de différens états ont dû se succéder depuis ces temps antiques (qui cependant n'étoient pas les premiers) jusqu'aux âges de l'histoire! que de choses ensevelies! combien d'événemens entièrement oubliés! que de révolutions antérieures à la mémoire des hommes! Il a fallu une très-longue suite d'observations, il a fallu trente siècles de culture à l'esprit humain, seulement pour reconnoître l'état présent des choses. La terre n'est pas encore entièrement découverte; ce n'est que depuis peu qu'on a déterminé sa figure; ce n'est que de nos jours qu'on s'est élevé à la théorie de sa forme intérieure, et qu'on a démontré l'ordre et la disposition des matières dont elle est composée : ce n'est donc que de cet instant où l'on peut commencer à comparer la nature avec elle-même, et remonter de son état actuel et connu à quelques époques d'un état plus ancien.

Mais comme il s'agit ici de percer la nuit des temps, de reconnoître par l'inspection des choses actuelles l'ancienne existence des choses anéanties, et de remonter par la seule force des faits subsistans à la vérité historique des faits ensevelis; comme il s'agit, en un mot, de juger non seulement le passé moderne, mais le passé le plus ancien, par le seul présent, et que, pour nous élever jusqu'à ce point de vue, nous avons besoin de toutes nos forces réunies, nous emploierons trois grands moyens : 1° les faits qui peuvent nous rapprocher de l'origine de la nature; 2° les monumens qu'on doit regarder comme les témoins de ses premiers âges; 3° les traditions qui peuvent nous donner quelque idée des âges subséquens : après quoi nous tâcherons de lier le tout par des analogies, et de former une chaîne qui, du sommet de l'échelle du temps, descendra jusqu'à nous.

PREMIER FAIT.

La terre est élevée sur l'équateur et abaissée sous les pôles, dans la proportion qu'exigent les lois de la pesanteur et de la force centrifuge.

SECOND FAIT.

Le globe terrestre a une chaleur intérieure qui lui est propre, et qui est indépendante de celle que les rayons du soleil peuvent lui communiquer.

TROISIÈME FAIT.

La chaleur que le soleil envoie à la terre est assez petite en comparaison de la chaleur propre du globe terrestre; et cette chaleur envoyée par le soleil ne seroit pas seule suffisante pour maintenir la nature vivante.

QUATRIÈME FAIT.

Les matières qui composent le globe de la terre sont en général de la nature du verre, et peuvent être toutes réduites en verre.

CINQUIÈME FAIT.

On trouve sur toute la surface de la terre, et même sur les montagnes, jusqu'à quinze cents et deux mille toises de hauteur, une immense quantité de coquilles et d'autres débris des productions de la mer.

Examinons d'abord si, dans ces faits que je veux employer, il n'y a rien qu'on puisse raisonnablement contester. Voyons si tous sont prouvés, ou du moins peuvent l'être; après quoi nous passerons aux inductions que l'on doit en tirer.

Le premier fait du renflement de la terre à l'équateur et de son aplatissement aux pôles, est mathématiquement démontré et physiquement prouvé par la théorie de la gravitation et par les expériences du pendule. Le globe terrestre a précisément la figure que prendroit un globe fluide qui tourneroit sur lui-même avec la vitesse que nous connoissons au globe de la terre. Ainsi la première conséquence qui sort de ce fait incontestable c'est que la matière dont notre terre est composée étoit dans un état de fluidité au moment qu'elle a pris sa forme, et ce moment est celui où elle a commencé à tourner sur elle-même : car si la terre n'eût pas été fluide, et qu'elle eût eu la même consistance que nous lui voyons aujourd'hui, il

est évident que cette matière consistante et solide n'auroit pas obéi à la loi de la force centrifuge, et que par conséquent, malgré la rapidité de son mouvement de rotation, la terre, au lieu d'être un sphéroïde renflé sur l'équateur et aplati sous les pôles, seroit au contraire une sphère exacte, et qu'elle n'auroit jamais pu prendre d'autre figure que celle d'un globe parfait, en vertu de l'attraction mutuelle de toutes les parties de la matière dont elle est composée.

Or, quoiqu'en général toute fluidité ait la chaleur pour cause, puisque l'eau même, sans la chaleur, ne formeroit qu'une substance solide, nous avons deux manières différentes de concevoir la possibilité de cet état primitif de fluidité dans le globe terrestre, parce qu'il semble d'abord que la nature ait deux moyens pour l'opérer. Le premier est la dissolution ou même le délaiement des matières terrestres dans l'eau; et le second, leur liquéfaction par le feu. Mais l'on sait que le plus grand nombre des matières solides qui composent le globe terrestre ne sont pas dissolubles dans l'eau; et en même temps l'on voit que la quantité d'eau est si petite en comparaison de celle de la matière aride, qu'il n'est pas possible que l'une ait jamais été délayée dans l'autre. Ainsi, cet état de fluidité dans lequel s'est trouvée la masse entière de la terre n'ayant pu s'opérer ni par la dissolution ni par le délaiement dans l'eau, il est nécessaire que cette fluidité ait été une liquéfaction causée par le feu.

Cette juste conséquence, déjà très-vraisemblable par elle-même, prend un nouveau degré de probabilité par le second fait, et devient une certitude par le troisième fait. La chaleur intérieure du globe, encore actuellement subsistante, et beaucoup plus grande que celle qui nous vient du soleil, nous démontre que cet ancien feu qu'a éprouvé le globe, n'est pas encore, à beaucoup près, entièrement dissipé : la surface de la terre est plus refroidie que son intérieur. Des expériences certaines et réitérées nous assurent que la masse entière du globe a une chaleur propre et tout-à-fait indépendante de celle du soleil : cette chaleur nous est démontrée par la comparaison de nos hivers à nos étés [1]; et on la reconnoît d'une manière encore plus palpable dès qu'on pénètre au dedans de la terre; elle est constante en tous lieux pour chaque profondeur, et elle paroît augmenter à mesure que l'on descend [2]. Mais que sont nos travaux en comparaison de ceux qu'il faudroit faire pour reconnoître les degrés successifs de cette chaleur intérieure dans les profondeurs du globe? Nous avons fouillé les montagnes à quelques centaines de toises pour en tirer les métaux; nous avons fait dans les plaines des puits de quelques centaines de pieds; ce sont là nos plus grandes excavations, ou plutôt nos fouilles les plus profondes; elles effleurent à peine la première écorce du globe, et néanmoins la chaleur intérieure y est déjà plus sensible qu'à la surface : on doit donc présumer que si l'on pénétroit plus avant, cette chaleur seroit plus grande, et que les parties voisines du centre de la terre sont plus chaudes que celles qui en sont éloignées, comme l'on voit dans un boulet rougi au feu l'incandescence se conserver dans les parties voisines du centre longtemps après que la surface a perdu cet état d'incandescence et de rougeur. Ce feu ou plutôt cette chaleur intérieure de la terre est encore indiquée par les effets de l'électricité, qui convertit en éclairs lumineux cette chaleur obscure; elle nous est démontrée par la température de l'eau de la mer, laquelle, aux mêmes profondeurs, est à peu près égale à celle de l'intérieur de la terre [3]. D'ailleurs il est aisé de prouver que la liquidité des eaux de la mer en général ne doit point être attribuée à la puissance des rayons solaires, puisqu'il est démontré, par l'expérience, que la lumière du soleil ne pénètre qu'à six cents pieds à travers l'eau la plus limpide [4], et que par conséquent sa chaleur n'arrive peut-être pas au quart de cette épaisseur, c'est-à-dire à cent cinquante pieds [5]. Ainsi toutes les eaux qui sont au

1. Voyez, dans cet ouvrage, l'article qui a pour titre : *Des Élémens*, et particulièrement les deux mémoires *sur la température des planètes*.

2. Voyez les *Additions de Buffon*, page 85.

3. « Ayant plongé un thermomètre dans la mer en différens lieux et en différens temps, il s'est trouvé que la température à 10, 20, 30, et 120 brasses, étoit également de 10 degrés ou 10 degrés 3/4. » Voyez l'*Histoire physique de la mer*, par Marsigli, page 16.... M. de Mairan fait à ce sujet une remarque très-judicieuse, c'est que « les eaux les plus chaudes, qui sont à la plus grande profondeur, doivent, comme plus légères, continuellement monter au dessus de celles qui le sont le moins; ce qui donnera à cette grande couche liquide du globe terrestre une température à peu près égale, conformément aux observations de Marsigli, excepté vers la superficie actuellement exposée aux impressions de l'air et où l'eau se gèle quelquefois avant que d'avoir eu le temps de descendre par son poids et son refroidissement. » (*Dissertation sur la glace*, page 69.)

4. Voyez les *Additions de Buffon*, page 86.

5. Voyez les *Additions de Buffon*, page 87.

dessous de cette profondeur seroient glacées sans la chaleur intérieure de la terre, qui seule peut entretenir leur liquidité. Et de même il est encore prouvé, par l'expérience, que la chaleur des rayons solaires ne pénètre pas à quinze ou vingt pieds dans la terre, puisque la glace se conserve à cette profondeur pendant les étés les plus chauds. Donc il est démontré qu'il y a au dessous du bassin de la mer, comme dans les premières couches de la terre, une émanation continuelle de chaleur qui entretient la liquidité des eaux, et produit la température de la terre; donc il existe dans son intérieur une chaleur qui lui appartient en propre, et qui est tout-à-fait indépendante de celle que le soleil peut lui communiquer.

Nous pouvons encore confirmer ce fait général par un grand nombre de faits particuliers. Tout le monde a remarqué, dans le temps des frimas, que la neige se fond dans tous les endroits où les vapeurs de l'intérieur de la terre ont une libre issue, comme sur les puits, les aqueducs recouverts, les voûtes, les citernes, etc., tandis que sur tout le reste de l'espace où la terre resserrée par la gelée intercepte ces vapeurs, la neige subsiste et se gèle au lieu de fondre. Cela seul suffiroit pour démontrer que ces émanations de l'intérieur de la terre ont un degré de chaleur très-réel et sensible. Mais il est inutile de vouloir accumuler ici de nouvelles preuves d'un fait constaté par l'expérience et par les observations; il nous suffit qu'on ne puisse désormais le révoquer en doute, et qu'on reconnoisse cette chaleur intérieure de la terre comme un fait réel et général, duquel, comme des autres faits généraux dela nature, on doit déduire les effets particuliers.

Il en est de même du quatrième fait : on ne peut pas douter, d'après les preuves démonstratives que nous en avons données dans plusieurs articles de notre Théorie de la terre, que les matières dont le globe est composé ne soient de la nature du verre [1] : le fond des minéraux, des végétaux, et des animaux, n'est qu'une matière vitrescible; car tous leurs résidus, tous leurs détrimens ultérieurs, peuvent se réduire en verre. Les matières que les chimistes ont appelées *réfractaires*, celles qu'ils regardent comme infusibles, parce qu'elles résistent au feu de leurs fourneaux sans se réduire en verre, peuvent néanmoins s'y réduire par l'action d'un feu plus violent. Ainsi toutes les matières qui composent le globe de la terre, du moins toutes celles qui nous sont connues, ont le verre pour base de leur substance; et nous pouvons, en leur faisant subir la grande action du feu, les réduire toutes ultérieurement à leur premier état [2].

La liquéfaction primitive de la masse entière de la terre par le feu est donc prouvée dans toute la rigueur qu'exige la plus stricte logique : d'abord *à priori*, par le premier fait de son élévation sur l'équateur et de son abaissement sous les pôles; 2° *ab actu*, par le second et le troisième fait de la chaleur intérieure de la terre encore subsistante; 3° *à posteriori*, par le quatrième fait, qui nous démontre le produit de cette action du feu, c'est-à-dire le verre, dans toutes les substances terrestres.

Mais quoique les matières qui composent le globe de la terre aient été primitivement de la nature du verre, et qu'on puisse aussi les y réduire ultérieurement, on doit cependant les distinguer et les séparer relativement aux différens états où elles se trouvent avant ce retour à leur première nature, c'est-à-dire avant leur réduction en verre par le moyen du feu. Cette considération est d'au-

1. Cette vérité générale, que nous pouvons démontrer par l'expérience, a été soupçonnée par Leibnitz, philosophe dont le nom fera toujours grand honneur à l'Allemagne. « Sane plerisque « creditum et à sacris etiam scriptoribus insinuatum « est conditos in abdito telluris ignis thesauros.... « Adjuvant vultus, nam omnis ex fusione SCORIÆ « VITRI est GENUS.... Talem vero esse globi nostri « superficiem (neque enim ultra penetrare nobis « datum) reipsâ experimur; omnes enim terræ et « lapides igne vitrum reddunt.... nobis satis est « admoto igne omnia terrestria in VITRO FINIRI. » Ipsa magna telluris ossa undæque illæ rupes atque « immortales silices cùm tota fere in vitrum abeant, « quid nisi concreta sunt ex fusis olim corporibus « et prima illa magnaque vi quam in facilem adhuc « materiam exercuit ignis naturæ.... cùm igitur « omnia quæ non avolent in auras, tandem fun- « dantur, et, speculorum imprimis urentium ope, « vitri naturam sumant, hinc facile intelliges vitrum « esse velut TERRÆ BASIN, et naturam ejus cætero- « rum plerumque corporum larvis latere. » (G. G. Leibnitii *Protogæa;* Goettingæ, 1749, pages 4 et 5.) (*Add. Buff.*)

2. J'avoue qu'il y a quelques matières que le feu de nos fourneaux ne peut réduire en verre; mais au moyen d'un bon miroir ardent ces mêmes matières s'y réduiront : ce n'est point ici le lieu de rapporter les expériences faites avec les miroirs de mon invention, dont la chaleur est assez grande pour volatiliser ou vitrifier toutes les matières exposées à leur foyer. Mais il est vrai que jusqu'à ce jour l'on n'a pas encore eu des miroirs assez puissans pour réduire en verre certaines matières du genre vitrescible, telles que le cristal de roche, le *silex* ou la pierre à fusil; ce n'est donc pas que ces matières ne soient par leur nature réductibles en verre comme les autres, mais seulement qu'elles exigent un feu plus violent. (*Add. Buff.*)

tant plus nécessaire ici, que seule elle peut nous indiquer en quoi diffère la formation de ces matières : on doit donc les diviser d'abord en matières vitrescibles et en matières calcinables ; les premières n'éprouvant aucune action de la part du feu, à moins qu'il ne soit porté à un degré de force capable de le convertir en verre ; les autres, au contraire, éprouvant à un degré bien inférieur une action qui les réduit en chaux. La quantité des substances calcaires, quoique fort considérable sur la terre, est néanmoins très-petite en comparaison de la quantité des matières vitrescibles. Le cinquième fait, que nous avons mis en avant, prouve que leur formation est aussi d'un autre temps et d'un autre élément ; et l'on voit évidemment que toutes les matières qui n'ont pas été produites immédiatement par l'action du feu primitif ont été formées par l'intermède de l'eau, parce que toutes sont composées de coquilles et d'autres débris des productions de la mer. Nous mettons dans la classe des matières vitrescibles le roc vif, les quartz, les sables, les grès et granites, les ardoises, les schistes, les argiles, les métaux et minéraux métalliques : ces matières, prises ensemble, forment le vrai fonds du globe, et en composent la principale et très-grande partie ; toutes ont originairement été produites par le feu primitif. Le sable n'est que du verre en poudre ; les argiles, des sables pourris dans l'eau ; les ardoises et les schistes, des argiles desséchées et durcies ; le roc vif, les grès, le granite, ne sont que des masses vitreuses ou des sables vitrescibles sous une forme concrète ; les cailloux, les cristaux, les métaux et la plupart des autres minéraux, ne sont que les stillations, les exsudations, ou les sublimations de ces premières matières, qui toutes nous décèlent leur origine primitive et leur nature commune par leur aptitude à se réduire immédiatement en verre.

Mais les sables et graviers calcaires, les craies, la pierre de taille, le moellon, les marbres, les albâtres, les spaths calcaires, opaques, et transparens, toutes les matières, en un mot, qui se convertissent en chaux, ne présentent pas d'abord leur première nature : quoique originairement de verre comme toutes les autres, ces matières calcaires ont passé par des filières qui les ont dénaturées ; elles ont été formées dans l'eau ; toutes sont entièrement composées de madrépores, de coquilles, et de détrimens des dépouilles de ces animaux vraiment aquatiques, qui seuls savent convertir le liquide en solide, et transformer l'eau de la mer en pierre [1]. Les marbres communs et les autres pierres calcaires sont composés de coquilles entières et de morceaux de coquilles, de madrépores, d'astroïtes, etc., dont toutes les parties sont encore évidentes ou très-reconnoissables : les graviers ne sont que les débris des marbres et des pierres calcaires que l'action de l'air et des gelées détache des rochers, et l'on peut faire de la chaux avec ces graviers, comme l'on en fait avec le marbre ou la pierre ; on peut en faire aussi avec les coquilles mêmes et avec la craie et les tufs, lesquels ne sont encore que des débris, ou plutôt des détrimens de ces mêmes matières. Les albâtres, et les marbres qu'on doit leur comparer lorsqu'ils contiennent de l'albâtre, peuvent être regardés comme de grandes stalactites qui se forment aux dépens des autres marbres et des pierres communes : les spaths calcaires se forment de même par l'exsudation ou la stillation dans les matières calcaires, comme le cristal de roche se forme dans les matières vitrescibles. Tout cela peut se prouver par l'examen attentif des monumens de la nature.

PREMIERS MONUMENS.

On trouve à la surface et à l'intérieur de la terre des coquilles et autres productions de la mer ; et toutes les matières qu'on appelle *calcaires* sont composées de leurs détrimens.

SECONDS MONUMENS.

En examinant ces coquilles et autres productions maritimes que l'on tire de la terre en France, en Angleterre, en Allemagne, et dans le reste de l'Europe, on reconnoît qu'une grande partie des espèces d'animaux auxquels ces dépouilles ont appartenu ne se trouvent pas dans les mers adjacentes, et que ces espèces ou ne subsistent plus ou ne se trouvent que dans les mers méridionales : de même on voit dans les ardoises et dans d'autres matières, à de grandes profondeurs, des impressions de poissons et de plantes dont aucune espèce n'appartient à notre climat, et lesquelles n'existent plus, ou ne

1. On peut se former une idée nette de cette conversion. L'eau de la mer tient en dissolution des particules de terre qui, combinées avec la matière animale, concourent à former les coquilles par le mécanisme de la digestion de ces animaux testacés ; comme la soie est le produit du parenchyme des feuilles, combiné avec la matière animale du ver-à-soie.

se trouvent subsistantes que dans les climats méridionaux.

TROISIÈMES MONUMENS.

On trouve en Sibérie et dans les autres contrées septentrionales de l'Europe et de l'Asie des squelettes, des défenses, des ossemens d'éléphant, d'hippopotame, et de rhinocéros, en assez grande quantité pour être assuré que les espèces de ces animaux, qui ne peuvent se propager aujourd'hui que dans les terres du midi, existoient et se propageoient autrefois dans les terres du nord; et l'on a observé que ces dépouilles d'éléphant et d'autres animaux terrestres se présentent à une assez petite profondeur, au lieu que les coquilles et les autres débris des productions de la mer se trouvent enfouis à de plus grandes profondeurs dans l'intérieur de la terre.

QUATRIÈMES MONUMENS.

On trouve des défenses et des ossemens d'éléphant, ainsi que des dents d'hippopotame, non seulement dans les terres du nord de notre continent, mais aussi dans celles du nord de l'Amérique, quoique les espèces de l'éléphant et de l'hippopotame n'existent point dans ce continent du Nouveau-Monde.

CINQUIÈMES MONUMENS.

On trouve dans le milieu des continens, dans les lieux les plus éloignés des mers, un nombre infini de coquilles dont la plupart appartiennent aux animaux de ce genre actuellement existans dans les mers méridionales, et dont plusieurs autres n'ont aucun analogue vivant, en sorte que les espèces en paroissent perdues et détruites par des causes jusqu'à présent inconnues.

En comparant ces monumens avec les faits, on voit d'abord que le temps de la formation des matières vitrescibles est bien plus reculé que celui de la composition des substances calcaires; et il paroît qu'on peut déjà distinguer quatre et même cinq époques dans la plus grande profondeur des temps : la première, où la matiere du globe étant en fusion par le feu, la terre a pris sa forme, et s'est élevée sur l'équateur et abaissée sous les pôles par son mouvement de rotation; la seconde, où cette matière du globe s'étant consolidée a formé les grandes masses de matières vitrescibles; la troisième, où la mer, couvrant la terre actuellement habitée, a nourri les animaux à coquille dont les dépouilles ont formé les substances calcaires; et la quatrième, où s'est faite la retraite de ces mêmes mers qui couvroient nos continens. Une cinquieme époque, tout aussi clairement indiquée que les quatre premières, est celle du temps où les éléphans, les hippopotames, et les autres animaux du midi, ont habité les terres du nord : cette époque est évidemment postérieure à la quatrième, puisque les dépouilles de ces animaux terrestres se trouvent presque à la surface de la terre, au lieu que celles des animaux marins sont, pour la plupart et dans les mêmes lieux, enfouies à de grandes profondeurs.

Quoi! dira-t-on, les éléphans et les autres animaux du midi ont autrefois habité les terres du nord? Ce fait, quelque singulier, quelque extraordinaire qu'il puisse paroître, n'en est pas moins certain. On a trouvé et on trouve encore tous les jours en Sibérie, en Russie, et dans les autres contrées septentrionales de l'Europe et de l'Asie, de l'ivoire en grande quantité; ces défenses d'éléphant se tirent à quelques pieds sous terre, ou se découvrent par les eaux lorsqu'elles font tomber les terres du bord des fleuves : on trouve ces ossemens et défenses d'éléphant en tant de lieux différens et en si grand nombre, qu'on ne peut plus se borner à dire que ce sont les dépouilles de quelques éléphans amenés par les hommes dans ces climats froids; on est maintenant forcé par les preuves réitérées de convenir que ces animaux étoient autrefois habitans naturels des contrées du nord, comme ils le sont aujourd'hui des contrées du midi; et ce qui paroît encore rendre le fait plus merveilleux, c'est-à-dire plus difficile à expliquer, c'est qu'on trouve ces dépouilles des animaux du midi de notre continent non seulement dans les provinces de notre nord, mais aussi dans les terres du Canada et des autres parties de l'Amérique septentrionale. Nous avons au Cabinet du Roi plusieurs défenses et un grand nombre d'ossemens d'éléphant trouvés en Sibérie; nous avons d'autres défenses et d'autres os d'éléphant qui ont été trouvés en France, et enfin nous avons des défenses d'éléphant et des dents d'hippopotame trouvées en Amérique dans les terres voisines de la rivière d'Ohio. Il est donc nécessaire que ces animaux, qui ne peuvent subsister et ne subsistent en effet aujourd'hui que dans les pays chauds, aient autrefois existé dans les

climats du nord, et que par conséquent cette zone froide fût alors aussi chaude que l'est aujourd'hui notre zone torride; car il n'est pas possible que la forme constitutive, ou, si l'on veut, l'habitude réelle du corps des animaux, qui est ce qu'il y a de plus fixe dans la nature, ait pu changer au point de donner le tempérament du renne à l'éléphant, ni de supposer que jamais ces animaux du midi, qui ont besoin d'une grande chaleur pour subsister, eussent pu vivre et se multiplier dans les terres du nord, si la température du climat eût été aussi froide qu'elle l'est aujourd'hui. M. Gmelin, qui a parcouru la Sibérie, et qui a ramassé lui-même plusieurs ossemens d'éléphant dans ces terres septentrionales, cherche à rendre raison du fait en supposant que de grandes inondations survenues dans les terres méridionales ont chassé les éléphans vers les contrées du nord, où ils auront tous péri à la fois par la rigueur du climat. Mais cette cause supposée n'est pas proportionnelle à l'effet : on a peut-être déjà tiré du nord plus d'ivoire que tous les éléphans des Indes actuellement vivans n'en pourroient fournir; on en tirera bien davantage avec le temps, lorsque ces vastes déserts du nord, qui sont à peine reconnus, seront peuplés, et que les terres en seront remuées et fouillées par les mains de l'homme. D'ailleurs, il seroit bien étrange que ces animaux eussent pris la route qui convenoit le moins à leur nature, puisque, en les supposant poussés par des inondations du midi, il leur restoit deux fuites naturelles vers l'orient et vers l'occident. Et pourquoi fuir jusqu'au soixantième degré du nord, lorsqu'ils pouvoient s'arrêter en chemin, ou s'écarter à côté dans des terres plus heureuses? Et comment concevoir que, par une inondation des mers méridionales, ils aient été chassés à mille lieues dans notre continent et à plus de trois mille lieues dans l'autre? Il est impossible qu'un débordement de la mer des grandes Indes ait envoyé des éléphans en Canada ni même en Sibérie, et il est également impossible qu'ils y soient arrivés en nombre aussi grand que l'indiquent leurs dépouilles.

Étant peu satisfait de cette explication, j'ai pensé qu'on pouvoit en donner une autre plus plausible et qui s'accorde parfaitement avec ma théorie de la terre. Mais, avant de la présenter, j'observerai, pour prévenir toutes difficultés, 1° que l'ivoire qu'on trouve en Sibérie et en Canada est certainement de l'ivoire d'éléphant, et non pas de l'ivoire de morse ou vache marine, comme quelques voyageurs l'ont prétendu : on trouve aussi dans les terres septentrionales de l'ivoire fossile de morse; mais il est différent de celui de l'éléphant, et il est facile de les distinguer par la comparaison de leur texture intérieure. Les défenses, les dents mâchelières, les omoplates, les fémurs, et les autres ossemens trouvés dans les terres du nord, sont certainement des os d'éléphant; nous les avons comparés aux différentes parties respectives du squelette entier de l'éléphant, et l'on ne peut douter de leur identité d'espèce. Les grosses dents carrées trouvées dans ces mêmes terres du nord, dont la face qui broie est en forme de trèfle, ont tous les caractères des dents molaires de l'hippopotame; et ces autres énormes dents dont la face qui broie est composée de grosses pointes mousses, ont appartenu à une espèce détruite aujourd'hui sur la terre, comme les grandes volutes appelées *cornes d'Ammon* sont actuellement détruites dans la mer.

2° Les os et les défenses de ces anciens éléphans sont au moins aussi grands et aussi gros que ceux des éléphans actuels [1], auxquels nous les avons comparés; ce qui prouve que ces animaux n'habitoient pas les terres du nord par force, mais qu'ils y existoient dans leur état de nature et de pleine liberté, puisqu'ils y avoient acquis leurs plus hautes dimensions et pris leur entier accroissement. Ainsi l'on ne peut pas supposer qu'ils y aient été transportés par les hommes; le seul état de captivité, indépendamment de la rigueur du climat, les auroit réduits au quart ou au tiers de la grandeur que nous montrent leurs dépouilles [2].

3° La grande quantité que l'on en a déjà trouvée par hasard dans ces terres presque désertes où personne ne cherche suffit pour démontrer que ce n'est ni par un seul ou plusieurs accidens ni dans un seul et même temps que quelques individus de cette espèce se sont trouvés dans ces contrées du nord, mais qu'il est de nécessité absolue

1. Voyez les *Additions de Buffon*, page 87.

2. Cela nous est démontré par la comparaison que nous avons faite du squelette entier d'un éléphant qui est au Cabinet du Roi, et qui avoit vécu seize ans dans la ménagerie de Versailles, avec les défenses des autres éléphans dans leur pays natal; ce squelette et ces défenses, quoique considérables par la grandeur, sont certainement de moitié plus petits pour le volume que ne le sont les défenses et les squelettes de ceux qui vivent en liberté, soit dans l'Asie, soit en Afrique, et en même temps ils sont au moins de deux tiers plus petits que les ossemens de ces mêmes animaux trouvés en Sibérie. (*Add. Buff.*)

que l'espèce même y ait autrefois existé, subsisté, et multiplié, comme elle existe, subsiste, et se multiplie aujourd'hui dans les contrées du midi.

Cela posé, il me semble que la question se réduit à savoir, ou plutôt consiste à chercher s'il y a ou s'il y a eu une cause qui ait pu changer la température dans les différentes parties du globe, au point que les terres du nord, aujourd'hui très-froides, aient autrefois éprouvé le degré de chaleur des terres du midi.

Quelques physiciens pourroient penser que cet effet a été produit par le changement de l'obliquité de l'écliptique, parce qu'à la premiere vue ce changement semble indiquer que l'inclinaison de l'axe du globe n'étant pas constante, la terre a pu tourner autrefois sur un axe assez éloigné de celui sur lequel elle tourne aujourd'hui, pour que la Sibérie se fût alors trouvée sous l'équateur. Les astronomes ont observé que le changement de l'obliquité de l'écliptique est d'environ 45 secondes par siècle : donc, en supposant cette augmentation successive et constante, il ne faut que soixante siecles pour produire une différence de 45 minutes, et trois mille six cents siècles pour donner celle de 45 degrés; ce qui rameneroit le 60e degré de latitude au 15e, c'est-à-dire les terres de la Sibérie, où les éléphants ont autrefois existé, aux terres de l'Inde où ils vivent aujourd'hui. Or il ne s'agit, dira-t-on, que d'admettre dans le passé cette longue période de temps pour rendre raison du séjour des éléphants en Sibérie : il y a trois cent soixante mille ans que la terre tournoit sur un axe éloigné de 45 degrés de celui sur lequel elle tourne aujourd'hui ; le 15e degré de latitude actuelle étoit alors le 60e, etc.

A cela je réponds que cette idée et le moyen d'explication qui en résulte ne peuvent pas se soutenir lorsqu'on vient à les examiner : le changement de l'obliquité de l'écliptique n'est pas une diminution ou une augmentation successive et constante; ce n'est au contraire qu'une variation limitée, et qui se fait tantôt en un sens et tantôt en un autre, laquelle par conséquent n'a jamais pu produire en aucun sens ni pour aucun climat cette différence de 45 degrés d'inclinaison; car la variation de l'obliquité de l'axe de la terre est causée par l'action des planetes, qui déplacent l'écliptique sans affecter l'équateur. En prenant la plus puissante de ces attractions, qui est celle de Vénus, il faudroit douze cent soixante mille ans pour qu'elle pût faire changer de 180 degrés la situation de l'écliptique sur l'orbite de Vénus, et par conséquent produire un changement de 6 degrés 47 minutes dans l'obliquité réelle de l'axe de la terre, puisque 6 degrés 47 minutes sont le double de l'inclinaison de l'orbite de Vénus. De même l'action de Jupiter ne peut, dans un espace de neuf cent trente-six mille ans, changer l'obliquité de l'écliptique que de 2 degrés 38 minutes, et encore cet effet est-il en partie compensé par le précédent; en sorte qu'il n'est pas possible que ce changement de l'obliquité de l'axe de la terre aille jamais à 6 degrés, à moins de supposer que toutes les orbites des planètes changeront elles-mêmes; supposition que nous ne pouvons ni ne devons admettre, puisqu'il n'y a aucune cause qui puisse produire cet effet. Et, comme on ne peut juger du passé que par l'inspection du présent et par la vue de l'avenir, il n'est pas possible, quelque loin qu'on veuille reculer les limites du temps, de supposer que la variation de l'écliptique ait jamais pu produire une différence de plus de 6 degrés dans les climats de la terre : ainsi cette cause est tout-à-fait insuffisante, et l'explication qu'on voudroit en tirer doit être rejetée.

Mais je puis donner cette explication si difficile, et la déduire d'une cause immédiate. Nous venons de voir que le globe terrestre, lorsqu'il a pris sa forme, étoit dans un état de fluidité; et il est démontré que l'eau n'ayant pu produire la dissolution des matières terrestres, cette fluidité étoit une liquéfaction causée par le feu. Or, pour passer de ce premier état d'embrasement et de liquéfaction à celui d'une chaleur douce et tempérée, il a fallu du temps : le globe n'a pu se refroidir tout à coup au point où il est aujourd'hui. Ainsi, dans les premiers temps après sa formation, la chaleur propre de la terre étoit infiniment plus grande que celle qu'elle reçoit du soleil, puisqu'elle est encore beaucoup plus grande aujourd'hui; ensuite, ce grand feu s'étant dissipé peu à peu, le climat du pôle a éprouvé, comme dans tous les autres climats, des degrés successifs de moindre chaleur et de refroidissement. Il y a donc eu un temps et même une longue suite de temps pendant laquelle les terres du nord, après avoir brûlé comme toutes les autres, ont joui de la même chaleur dont jouissent aujourd'hui les terres du midi : par conséquent ces terres septentrionales ont pu et dû être habitées par les animaux qui habitent actuellement les terres

méridionales, et auxquels cette chaleur est nécessaire. Dès lors le fait, loin d'être extraordinaire, se lie parfaitement avec les autres faits, et n'en est qu'une simple conséquence : au lieu de s'opposer à la théorie de la terre que nous avons établie, ce même fait en devient au contraire une preuve accessoire qui ne peut que la confirmer dans le point le plus obscur, c'est-à-dire lorsqu'on commence à tomber dans cette profondeur du temps où la lumière du génie semble s'éteindre, et où, faute d'observations, elle paroît ne pouvoir nous guider pour aller plus loin.

Une sixième époque, postérieure aux cinq autres, est celle de la séparation des deux continens. Il est sûr qu'ils n'étoient pas séparés dans les temps que les éléphants vivoient également dans les terres du nord de l'Amérique, de l'Europe, et de l'Asie : je dis également, car on trouve de même leurs ossemens en Sibérie, en Russie, et au Canada. La séparation des continens ne s'est donc faite que dans des temps postérieurs à ceux du séjour des animaux dans les terres septentrionales : mais comme l'on trouve aussi des défenses d'éléphant en Pologne, en Allemagne, en France, en Italie [1], on doit en conclure qu'à mesure que les terres septentrionales se refroidissoient, ces animaux se retiroient vers les contrées des zones tempérées où la chaleur du soleil et la plus grande épaisseur du globe compensoient la perte de la chaleur intérieure de la terre; et qu'enfin ces zones s'étant aussi trop refroidies avec le temps, ils ont successivement gagné les climats de la zone torride, qui sont ceux où la chaleur intérieure s'est conservée le plus long-temps par la plus grande épaisseur du sphéroïde de la terre, et les seuls où cette chaleur, réunie avec celle du soleil, soit encore assez forte aujourd'hui pour maintenir leur nature et soutenir leur propagation.

De même on trouve en France et dans toutes les autres parties de l'Europe, des coquilles, des squelettes, et des vertèbres d'animaux marins qui ne peuvent subsister que dans les mers les plus méridionales. Il est donc arrivé, pour les climats de la mer, le même changement de température que pour ceux de la terre; et ce second fait, s'expliquant, comme le premier, par la même cause, paroît confirmer le tout au point de la démonstration.

Lorsque l'on compare ces anciens monumens du premier âge de la nature vivante avec ses productions actuelles, on voit évidemment que la forme constitutive de chaque animal s'est conservée la même et sans altération dans ses principales parties : le type de chaque espèce n'a point changé; le moule intérieur a conservé sa forme et n'a point varié. Quelque longue qu'on voulût imaginer la succession des temps, quelque nombre de générations qu'on admette ou qu'on suppose, les individus de chaque genre représentent aujourd'hui les formes de ceux des deux premiers siècles, surtout dans les espèces majeures, dont l'empreinte est plus ferme et la nature plus fixe; car les espèces inférieures ont, comme nous l'avons dit, éprouvé d'une manière sensible tous les effets des différentes causes de dégénération : seulement il est à remarquer au sujet de ces espèces majeures, telles que l'éléphant et l'hippopotame, qu'en comparant leurs dépouilles antiques avec celles de notre temps, en voit qu'en général ces animaux étoient alors plus grands qu'ils ne le sont aujourd'hui; la nature étoit dans sa première vigueur; la chaleur intérieure de la terre donnoit à ses productions toute la force et toute l'étendue dont elles étoient susceptibles. Il y a eu, dans ce premier âge, des géans en tous genres; les nains et les pygmées sont arrivés depuis, c'est-à-dire après le refroidissement; et si (comme d'autres monumens semblent le démontrer) il y a eu des espèces perdues, c'est-à-dire des animaux qui aient autrefois existé et qui n'existent plus, ce ne peuvent être que ceux dont la nature exigeoit une chaleur plus grande que la chaleur actuelle de la zone torride. Ces énormes dents molaires presque carrées et à grosses pointes mousses, ces grandes volutes pétrifiées dont quelques-unes ont plusieurs pieds de diamètre [2], plusieurs autres poissons et coquillages fossiles dont on ne retrouve nulle part les analogues vivans, n'ont existé que dans les premiers temps où la terre et la mer encore chaudes devoient nourrir des animaux auxquels ce degré de chaleur étoit nécessaire, et qui ne subsistent plus aujourd'hui parce que probablement ils ont péri par le refroidissement.

Voilà donc l'ordre des temps indiqués par les faits et par les monumens; voilà six époques dans la succession des premiers âges de la nature, six espaces de durée dont les limites, quoique indéterminées, n'en

1. Voyez les *Additions de Buffon*, page 88.

2. Voyez les *Additions de Buffon*, page 92.

sont pas moins réelles; car ces époques ne sont pas, comme celles de l'histoire civile, marquées par des points fixes, ou limitées par des siècles et d'autres portions du temps que nous puissions compter et mesurer exactement : néanmoins nous pouvons les comparer entre elles, en évaluer la durée relative, et rappeler à chacune de ces périodes de durée d'autres monumens et d'autres faits qui nous indiqueront des dates contemporaines, et peut-être aussi quelques époques intermédiaires et subséquentes.

Mais avant d'aller plus loin hâtons-nous de prévenir une objection grave, qui pourroit même dégénérer en imputation. Comment accordez-vous, dira-t-on, cette haute ancienneté que vous donnez à la matière avec les traditions sacrées, qui ne donnent au monde que six ou huit mille ans? Quelque fortes que soient vos preuves, quelque fondés que soient vos raisonnemens, quelque évidens que soient vos faits, ceux qui sont rapportés dans le livre sacré ne sont-ils pas encore plus certains? Les contredire, n'est-ce pas manquer à Dieu, qui a eu la bonté de nous les révéler?

Je suis affligé toutes les fois qu'on abuse de ce grand, de ce saint nom de Dieu; je suis blessé toutes les fois que l'homme le profane, et qu'il prostitue l'idée du premier Être en la substituant à celle du fantôme de ses opinions. Plus j'ai pénétré dans le sein de la nature, plus j'ai admiré et profondément respecté son auteur : mais un respect aveugle seroit superstition; la vraie religion suppose au contraire un respect éclairé. Voyons donc, tâchons d'entendre sainement les premiers faits que l'interprète divin nous a transmis au sujet de la création; recueillons avec soin ces rayons échappés de la lumière céleste : loin d'offusquer la vérité, ils ne peuvent qu'y ajouter un nouveau degré de splendeur.

« Au commencement Dieu créa le ciel et la terre. »

Cela ne veut pas dire qu'au commencement Dieu créa le ciel et la terre *tels qu'ils sont*, puisqu'il est dit, immédiatement après, *que la terre étoit informe*, et que le soleil, la lune, et les étoiles, ne furent placés dans le ciel qu'au quatrième jour de la création. On rendroit donc le texte contradictoire à lui-même, si l'on vouloit soutenir qu'*au commencement Dieu créa le ciel et la terre tels qu'ils sont*. Ce fut dans un temps subséquent qu'il les rendit en effet *tels qu'ils sont*, en donnant la forme à la matière, et en plaçant le soleil, la lune, et les étoiles, dans le ciel. Ainsi, pour entendre sainement ces premières paroles, il faut nécessairement suppléer un mot qui concilie le tout, et lire : *Au commencement Dieu créa* la matière *du ciel et de la terre*.

Et *ce commencement*, ce premier temps, le plus ancien de tous, pendant lequel la matière du ciel et de la terre existoit sans forme déterminée, paroît avoir eu une longue durée; car écoutons attentivement la parole de l'interprète divin :

« La terre étoit informe et toute nue, les ténèbres couvroient la face de l'abîme, et l'esprit de Dieu étoit porté sur les eaux. »

La terre *étoit*, les ténèbres *couvroient*, l'esprit de Dieu *étoit*. Ces expressions par l'imparfait du verbe n'indiquent-elles pas que c'est pendant un long espace de temps que la terre a été informe et que les ténèbres ont couvert la face de l'abîme? Si cet état informe, si cette face ténébreuse de l'abîme, n'eussent existé qu'un jour, si même cet état n'eût pas duré long-temps, l'écrivain sacré ou se seroit autrement exprimé, ou n'auroit fait aucune mention de ce moment des ténèbres; il eût passé de la création de la matière en général à la production de ses formes particulières, et n'auroit pas fait un repos appuyé, une pause marquée, entre le premier et le second instant des ouvrages de Dieu. Je vois donc clairement que non seulement on peut, mais que même l'on doit, pour se conformer au sens du texte de l'Écriture-Sainte, regarder la création de la matière en général comme plus ancienne que les productions particulières et successives de ses différentes formes; et cela se confirme encore par la transition qui suit :

« Or, Dieu dit : »

Ce mot *or* suppose des choses faites et des choses à faire : c'est le projet d'un nouveau dessein, c'est l'indication d'un décret pour changer l'état ancien ou actuel des choses en un nouvel état.

« Que la lumière soit faite, et la lumière fut faite. »

Voilà la première parole de Dieu; elle est si sublime et si prompte, qu'elle nous indique assez que la production de la lumière

se fit en un instant : cependant la lumière ne parut pas d'abord ni tout à coup comme un éclair universel; elle demeura pendant du temps confondue avec les ténèbres, et Dieu prit lui-même du temps pour la considérer ; car, est-il dit,

« Dieu vit que la lumière étoit bonne, et il sépara la lumière d'avec les ténèbres. »

L'acte de la séparation de la lumière d'avec les ténèbres est donc évidemment distinct et physiquement éloigné par un espace de temps de l'acte de sa production; et ce temps, pendant lequel il plut à Dieu de la considérer pour voir *qu'elle etoit bonne,* c'est-à-dire utile à ses desseins ; ce temps, dis-je, appartient encore et doit s'ajouter à celui du chaos, qui ne commença à se débrouiller que quand la lumière fut séparée des ténèbres.

Voilà donc deux temps, voilà deux espaces de durée, que le texte sacré nous force à reconnoitre : le premier, entre la création de la matière en général et la production de la lumière; le second, entre cette production de la lumière et sa séparation d'avec les ténèbres. Ainsi, loin de manquer à Dieu en donnant à la matière plus d'ancienneté qu'au monde *tel qu'il est,* c'est au contraire le respecter autant qu'il est en nous, en conformant notre intelligence à sa parole. En effet, la lumière qui éclaire nos âmes ne vient-elle pas de Dieu? Les vérités qu'elle nous présente peuvent-elles être contradictoires avec celles qu'il nous a révélées? Il faut se souvenir que son inspiration divine a passé par les organes de l'homme; que sa parole nous a été transmise dans une langue pauvre, dénuée d'expressions précises pour les idées abstraites, en sorte que l'interprète de cette parole divine a été obligé d'employer souvent des mots dont les acceptions ne sont déterminées que par les circonstances : par exemple, le mot *créer* et le mot *former* ou *faire* sont employés indistinctement pour signifier la même chose ou des choses semblables, tandis que dans nos langues ces deux mots ont chacun un sens très-différent et très-déterminé : créer est tirer une substance du néant; former ou faire, c'est la tirer de quelque chose sous une forme nouvelle; et il paroît que le mot *créer*[1] appartient de préférence et peut-être uniquement au premier verset de la Genèse, dont la traduction précise en notre langue doit être : *Au commencement Dieu tira du néant la matière du ciel et de la terre ;* et ce qui prouve que ce mot *créer,* ou *tirer du néant,* ne doit s'appliquer qu'à ces premières paroles, c'est que toute la matière du ciel et de la terre ayant été créée ou tirée du néant dès le commencement, il n'est plus possible et par conséquent plus permis de supposer de nouvelles créations de matière, puisque alors *toute matière* n'auroit pas été créée dès le commencement. Par conséquent l'ouvrage des six jours ne peut s'entendre que comme une formation, une production de formes tirées de la matière créée précédemment, et non pas comme d'autres créations de matières nouvelles tirées immédiatement du néant; et en effet, lorsqu'il est question de la lumière, qui est la première de ces formations ou productions tirées du sein de la matière, il est dit seulement *Que la lumière soit faite,* et non pas *Que la lumière soit créée.* Tout concourt donc à prouver que la matière ayant été créée *in principio,* ce ne fut que dans des temps subséquens qu'il plut au souverain Être de lui donner la forme, et qu'au lieu de tout créer et tout former dans le même instant, comme il l'auroit pu faire s'il eût voulu déployer toute l'étendue de sa toute-puissance, il n'a voulu au contraire qu'agir avec le temps, produire successivement, et mettre même des repos, des intervalles considérables, entre chacun de ses ouvrages. Que pouvons-nous entendre par les six jours que l'écrivain sacré nous désigne si précisément en les comptant les uns après les autres, sinon six espaces de temps, six intervalles de durée? Et ces espaces de temps indiqués par le nom de *jours,* faute d'autres expressions, ne peuvent avoir aucun rapport avec nos jours actuels, puisqu'il s'est passé successivement trois de ces jours avant que le soleil ait été placé dans le ciel. Il n'est donc pas possible que ces jours fussent semblables aux nôtres; et l'interprète de Dieu semble l'indiquer assez en les comptant toujours du soir au matin, au lieu que les jours solaires doivent se compter du matin au soir. Ces six jours n'étoient donc pas des jours solaires semblables aux nôtres, ni même des jours de lumière, puisqu'ils commençoient par le soir et finissoient au matin : ces jours n'étoient pas même égaux, car ils n'auroient pas été proportionnés à l'ouvrage. Ce ne sont donc que six espaces de temps : l'historien sacré ne détermine pas la durée de chacun; mais le sens de la narration semble la rendre

1. Le mot ברא, *bara*, que l'on traduit ici par *créer*, se traduit dans tous les autres passages de l'Écriture par *former* ou *faire*.

assez longue pour que nous puissions l'étendre autant que l'exigent les vérités physiques que nous avons à démontrer. Pourquoi donc se récrier si fort sur cet emprunt du temps que nous ne faisons qu'autant que nous y sommes forcés par la connoissance démonstrative des phénomènes de la nature? Pourquoi vouloir nous refuser ce temps, puisque Dieu nous le donne par sa propre parole, et qu'elle seroit contradictoire ou inintelligible si nous n'admettions pas l'existence de ces premiers temps antérieurs à la formation du monde *tel qu'il est?*

A la bonne heure, que l'on dise, que l'on soutienne, même rigoureusement, que depuis le dernier terme, depuis la fin des ouvrages de Dieu, c'est-à-dire depuis la création de l'homme, il ne s'est écoulé que six ou huit mille ans, parce que les différentes généalogies du genre humain depuis Adam n'en indiquent pas davantage; nous devons, cette fois, cette marque de soumission et de respect, à la plus ancienne, à la plus sacrée de toutes les traditions; nous lui devons même plus, c'est de ne jamais nous permettre de nous écarter de la lettre de cette sainte tradition que quand *la lettre tue,* c'est-à-dire quand elle paroît directement opposée à la saine raison et à la vérité des faits de la nature : car toute raison, toute vérité, venant également de Dieu, il n'y a de différence entre les vérités qu'il nous a révélées et celles qu'il nous a permis de découvrir par nos observations et nos recherches; il n'y a, dis-je, d'autre différence que celle d'une première faveur faite gratuitement, à une seconde grâce qu'il a voulu différer et nous faire mériter par nos travaux; et c'est par cette raison que son interprète n'a parlé aux premiers hommes, encore très-ignorans, que dans le sens vulgaire, et qu'il ne s'est pas élevé au dessus de leurs connoissances, qui, bien loin d'atteindre au vrai système du monde, ne s'étendoient pas même au delà des notions communes, fondées sur le simple rapport des sens; parce qu'en effet c'étoit au peuple qu'il falloit parler, et que la parole eût été vaine et inintelligible si elle eût été telle qu'on pourroit la prononcer aujourd'hui, puisque aujourd'hui même il n'y a qu'un petit nombre d'hommes auxquels les vérités astronomiques et physiques soient assez connues pour n'en pouvoir douter, et qui puissent en entendre le langage.

Voyons donc ce qu'étoit la physique dans ces premiers âges du monde, et ce qu'elle seroit encore si l'homme n'eût jamais étudié la nature. On voit le ciel comme une voûte d'azur dans laquelle le soleil et la lune paroissent être les astres les plus considérables, dont le premier produit toujours la lumière du jour, et le second fait souvent celle de la nuit; on les voit paroître ou se lever d'un côté, et disparoître ou se coucher de l'autre, après avoir fourni leur course et donné leur lumière pendant un certain espace de temps. On voit que la mer est de la même couleur que la voûte azurée, et qu'elle paroît toucher au ciel lorsqu'on la regarde au loin. Toutes les idées du peuple sur le système du monde ne portent que sur ces trois ou quatre notions; et quelque fausses qu'elles soient, il falloit s'y conformer pour se faire entendre.

En conséquence de ce que la mer paroît dans le lointain se réunir au ciel, il étoit naturel d'imaginer qu'il existe en effet des eaux supérieures et des eaux inférieures, dont les unes remplissent le ciel et les autres la mer, et que, pour soutenir les eaux supérieures, il falloit un firmament, c'est-à-dire un appui, une voûte solide et transparente, au travers de laquelle on aperçût l'azur des eaux supérieures; aussi est-il dit : *Que le firmament soit fait au milieu des eaux, et qu'il sépare les eaux d'avec les eaux. Et Dieu fit le firmament, et sépara les eaux qui étoient sous le firmament, de celles qui étoient au dessus du firmament, et Dieu donna au firmament le nom de ciel..., et à toutes les eaux rassemblées sous le firmament le nom de mer.* C'est à ces mêmes idées que se rapportent les cataractes du ciel, c'est-à-dire les portes ou les fenêtres de ce firmament solide qui s'ouvrirent lorsqu'il fallut laisser tomber les eaux supérieures pour noyer la terre. C'est encore d'après ces mêmes idées qu'il est dit que les poissons et les oiseaux ont eu une origine commune. Les poissons auront été produits par les eaux inférieures, et les oiseaux par les eaux supérieures, parce qu'ils s'approchent par leur vol de la voûte azurée, que le vulgaire n'imagine pas être beaucoup plus élevée que les nuages. De même le peuple a toujours cru que les étoiles sont attachées comme des clous à cette voûte solide, qu'elles sont plus petites que la lune, et infiniment plus petites que le soleil : il ne distingue pas même les planètes des étoiles fixes; et c'est par cette raison qu'il n'est fait aucune mention des planètes dans tout le récit de la création; c'est par la même raison que la lune y est regardée comme le second astre, quoique ce ne soit en effet que le plus petit de tous les corps célestes, etc., etc., etc.

Tout, dans le récit de Moïse, est mis à la portée de l'intelligence du peuple; tout y est représenté relativement à l'homme vulgaire, auquel il ne s'agissoit pas de démontrer le vrai système du monde, mais qu'il suffisoit d'instruire de ce qu'il devoit au Créateur, en lui montrant les effets de sa toute-puissance comme autant de bienfaits : les vérités de la nature ne devoient paroître qu'avec le temps, et le souverain Être se les réservoit comme le plus sûr moyen de rappeler l'homme à lui, lorsque sa foi, déclinant dans la suite des siècles, seroit devenue chancelante; lorsque éloigné de son origine, il pourroit l'oublier; lorsqu'enfin trop accoutumé au spectacle de la nature, il n'en seroit plus touché et viendroit à en méconnoître l'auteur. Il étoit donc nécessaire de raffermir de temps en temps et même d'agrandir l'idée de Dieu dans l'esprit et dans le cœur de l'homme. Or, chaque découverte produit ce grand effet; chaque nouveau pas que nous faisons dans la nature nous rapproche du Créateur. Une vérité nouvelle est une espèce de miracle, l'effet en est le même, et elle ne diffère du vrai miracle qu'en ce que celui-ci est un coup d'éclat que Dieu frappe immédiatement et rarement, au lieu qu'il se sert de l'homme pour découvrir et manifester les merveilles dont il a rempli le sein de la nature; et que, comme ces merveilles s'opèrent à tout instant, qu'elles sont exposées de tout temps et pour tous les temps à sa contemplation, Dieu le rappelle incessamment à lui, non seulement par le spectacle actuel, mais encore par le développement successif de ses œuvres.

Au reste, je ne me suis permis cette interprétation des premiers versets de la Genèse que dans la vue d'opérer un grand bien; ce seroit de concilier à jamais la science de la nature avec celle de la théologie : elles ne peuvent, selon moi, être en contradiction qu'en apparence, et mon explication semble le démontrer. Mais si cette explication, quoique simple et très-claire, paroît insuffisante et même hors de propos à quelques esprits trop strictement attachés à la lettre, je les prie de me juger par l'intention, et de considérer que mon système sur les époques de la nature étant purement hypothétique, il ne peut nuire aux vérités révélées, qui sont autant d'axiomes immuables, indépendans de toute hypothèse, et auxquels j'ai soumis et je soumets mes pensées.

ADDITIONS DE BUFFON.

(*Sur la page* 79.)

« Il ne faut pas creuser bien avant pour trouver d'abord une chaleur constante et qui ne varie plus, quelle que soit la température de l'air à la surface de la terre. On sait que la liqueur du thermomètre se soutient toujours sensiblement pendant toute l'année à la même hauteur dans les caves de l'Observatoire, qui n'ont pourtant que 84 pieds ou 14 toises de profondeur depuis le rez-de-chaussée. C'est pourquoi l'on fixe à ce point la hauteur moyenne ou tempérée de notre climat. Cette chaleur se soutient encore ordinairement et à peu de chose près la même depuis une semblable profondeur de 14 ou 15 toises jusqu'à 60, 80, ou 100 toises et au delà, plus ou moins, selon les circonstances, comme on l'éprouve dans les mines; après quoi elle augmente et devient quelquefois si grande, que les ouvriers ne sauroient y tenir et y vivre, si on ne leur procuroit pas quelques rafraîchissemens et un nouvel air, soit par des *puits de respiration*, soit par des chutes d'eau.... M. de Gensanne a éprouvé dans les mines de Giromagny, à trois lieues de Béfort, que le thermomètre étant porté à 52 toises de profondeur verticale, se soutint à 10 degrés, comme dans les caves de l'Observatoire; qu'à 106 toises de profondeur il étoit à 10 degrés 1/2, qu'à 158 toises il monta à 15 degrés 1/5, et qu'à 222 toises de profondeur il s'éleva à 18 degrés 1/6. » (*Dissertation sur la glace*, par M. de Mairan; Paris, 1749, in-12, pages 60 et suiv.)

« Plus on descend à de grandes profondeurs dans l'intérieur de la terre, dit ailleurs M. de Gensanne, plus on éprouve une chaleur sensible qui va toujours en augmentant à mesure qu'on descend plus bas : cela est au point qu'à 1800 pieds de profondeur au dessous du sol du Rhin, pris à Huningue en Alsace, j'ai trouvé que la chaleur est déjà assez forte pour causer à l'eau une évaporation sensible. On peut voir le détail de mes expériences à ce sujet dans la dernière édition de l'excellent *Traité de la glace* de feu mon illustre ami M. Dortous de Mairan. » (*Histoire naturelle du Languedoc*, t. I, p. 24.)

« Tous les filons riches des mines de toute espèce, dit M. Eller, sont dans les fentes perpendiculaires de la terre, et l'on ne sauroit déterminer la profondeur de ces fentes : il y en a en Allemagne où l'on descend au

delà de 600 perches (*lachters*) [1] ; à mesure que les mineurs descendent, ils rencontrent une température d'air toujours plus chaude. » (*Mémoire sur la génération des métaux.* Académie de Berlin, année 1733.)

(*Sur la page* 75.)

Feu M. Bouguer, savant astronome de l'Académie royale des Sciences, a observé qu'avec seize morceaux de verre ordinaire dont on fait les vitres, appliqués les uns contre les autres, et faisant en tout une épaisseur de 9 lignes 1/2, la lumière passant au travers de ces seize morceaux de verre diminuoit deux cent quarante-sept fois, c'est-à-dire qu'elle étoit deux cent quarante sept fois plus foible qu'avant d'avoir traversé ces seize morceaux de verre. Ensuite il a placé soixante-quatorze morceaux de ce même verre à quelque distance les uns des autres dans un tuyau, pour diminuer la lumière du soleil jusqu'à extinction : cet astre étoit à 50 degrés de hauteur sur l'horizon lorsqu'il fit cette expérience ; et les soixante-quatorze morceaux de verre ne l'empêchoient pas de voir encore quelque apparence de son disque. Plusieurs personnes qui étoient avec lui voyoient aussi une foible lueur, qu'ils ne distinguoient qu'avec peine, et qui s'évanouissoit aussitôt que leurs yeux n'étoient pas tout-à-fait dans l'obscurité ; mais lorsqu'on eut ajouté trois morceaux de verre aux soixante-quatorze premiers, aucun des assistans ne vit plus la moindre lumière ; en sorte qu'en supposant quatre-vingts morceaux de ce même verre on a l'épaisseur de verre nécessaire pour qu'il n'y ait plus aucune transparence par rapport aux vues même les plus délicates ; et M. Bouguer trouve, par un calcul assez facile, que la lumière du soleil est alors rendue 900 milliards de fois plus foible : aussi toute matière transparente qui, par sa grande épaisseur, fera diminuer la lumière du soleil 900 milliards de fois, perdra dès lors toute sa transparence.

En appliquant cette règle à l'eau de la mer, qui de toutes les eaux est la plus limpide, M. Bouguer a trouvé que, pour perdre toute sa transparence, il faut 256 pieds d'épaisseur, attendu que, par une autre expérience, la lumière d'un flambeau avoit diminué dans le rapport de 14 à 5, en traversant 115 pouces d'épaisseur d'eau de mer contenue dans un canal de 9 pieds 7 pouces de longueur, et que, par un calcul qu'on ne peut contester, elle doit perdre toute transparence à 256 pieds. Ainsi, selon M. Bouguer, il ne doit passer aucune lumière sensible au delà de 256 pieds dans la profondeur de l'eau. (*Essai d'optique sur la gradation de la lumière ;* Paris, 1729, in-12, page 85.)

Cependant il me semble que ce résultat de M. Bouguer s'éloigne encore beaucoup de la réalité : il seroit à désirer qu'il eût fait ses expériences avec des masses de verre de différente épaisseur, et non pas avec des morceaux de verre mis les uns sur les autres ; je suis persuadé que la lumière du soleil auroit percé une plus grande épaisseur que celle de ces quatre-vingts morceaux, qui, tous ensemble, ne forment que 47 lignes 1/2, c'est-à-dire à peu près 4 pouces : or, quoique ces morceaux dont il s'est servi fussent de verre commun, il est certain qu'une masse solide de quatre pouces d'épaisseur de ce même verre n'auroit pas entièrement intercepté la lumière du soleil, d'autant que je me suis assuré, par ma propre expérience, qu'une épaisseur de 6 pouces de verre blanc la laisse passer encore assez vivement, comme on le verra dans la note suivante. Je crois donc qu'on doit plus que doubler les épaisseurs données par M. Bouguer, et que la lumière du soleil pénètre au moins à 600 pieds à travers l'eau de la mer : car il y a une seconde inattention dans les expériences de ce savant physicien ; c'est de n'avoir pas fait passer la lumière du soleil à travers son tuyau rempli d'eau de mer, de 9 pieds 7 pouces de longueur ; il s'est contenté d'y faire passer la lumière d'un flambeau, et il en a conclu la diminution dans le rapport de 14 à 5 : or je suis persuadé que cette diminution n'auroit pas été si grande sur la lumière du soleil, d'autant que celle du flambeau ne pouvoit passer qu'obliquement, au lieu que celle du soleil passant directement auroit été plus pénétrante par la seule incidence, indépendamment de sa pureté et de son intensité. Ainsi, tout bien considéré, il me paroît que, pour approcher le plus près qu'il est possible de la vérité, on doit supposer que la lumière du soleil pénètre dans le sein de la mer jusqu'à 100 toises ou 600 pieds de profondeur, et la chaleur jusqu'à 150 pieds. Ce n'est pas à dire pour cela qu'il ne passe encore au delà quelques atomes de lumière et de chaleur, mais seulement que leur effet seroit absolument insensible, et ne pourroit être reconnu par aucun de nos sens.

(*Sur la page* 75.)

Je crois être assuré de cette vérité par

1. On assure que le *lachter* est une mesure à peu près égale à la brasse de 5 pieds de longueur ; ce qui donne 3000 pieds de profondeur à ces mines.

une analogie tirée d'une expérience qui me paroît décisive : avec une loupe de verre massif de 27 pouces de diamètre sur 6 pouces d'épaisseur à son centre je me suis aperçu, en couvrant la partie du milieu, que cette loupe ne brûloit, pour ainsi dire, que par les bords jusqu'à 4 pouces d'épaisseur, et que toute la partie plus épaisse ne produisoit presque point de chaleur; ensuite ayant couvert toute cette loupe, à l'exception d'un pouce d'ouverture sur son centre, j'ai reconnu que la lumière du soleil étoit si fort affoiblie, après avoir traversé cette épaisseur de 6 pouces de verre, qu'elle ne produisoit aucun effet sur le thermomètre. Je suis donc bien fondé à présumer que cette même lumière, affoiblie par 150 pieds d'épaisseur d'eau, ne donneroit pas un degré de chaleur sensible.

La lumière que la lune réfléchit à nos yeux est certainement la lumière réfléchie du soleil; cependant cette lumière n'a point de chaleur sensible, et même, lorsqu'on la concentre au foyer d'un miroir ardent, qui augmente prodigieusement la chaleur du soleil, cette lumière réfléchie par la lune n'a point encore de chaleur sensible; et celle du soleil n'aura pas plus de chaleur, dès qu'en traversant une certaine épaisseur d'eau, elle deviendra aussi foible que celle de la lune. Je suis donc persuadé qu'en laissant passer les rayons du soleil dans un large tuyau rempli d'eau, de 50 pieds de longueur seulement, ce qui n'est que le tiers de l'épaisseur que j'ai supposée, cette lumière affoiblie ne produiroit sur un thermomètre aucun effet, en supposant même la liqueur du thermomètre au degré de congélation; d'où j'ai cru pouvoir conclure que, quoique la lumière du soleil perce jusqu'à 600 pieds dans le sein de la mer, sa chaleur ne pénètre pas au quart de cette profondeur.

(*Sur la page* 87.)

On peut s'en assurer par les descriptions et les dimensions qu'en a données M. Daubenton; mais, depuis ce temps, on m'a envoyé une défense entière et quelques autres morceaux d'ivoire fossile dont les dimensions excèdent de beaucoup la longueur et la grosseur ordinaires des défenses de l'éléphant : j'ai même fait chercher chez tous les marchands de Paris qui vendent de l'ivoire, on n'a trouvé aucune défense comparable à celle-ci, et il ne s'en est trouvé qu'une seule, sur un très-grand nombre, égale à celles qui nous sont venues de Sibérie, dont la circonférence est de 19 pouces à la base. Les marchands appellent *ivoire cru* celui qui n'a pas été dans la terre, et que l'on prend sur les éléphans vivans, ou qu'on trouve dans les forêts avec les squelettes récens de ces animaux; et ils donnent le nom d'*ivoire cuit* à celui qu'on tire de la terre, et dont la qualité se dénature plus ou moins par un plus ou moins long séjour, ou par la qualité plus ou moins active des terres où il a été renfermé. La plupart des défenses qui nous sont venues du nord sont encore d'un ivoire très-solide, dont on pourroit faire de beaux ouvrages : les plus grosses nous ont été envoyées par M. de l'Isle, astronome, de l'Académie royale des Sciences; il les a recueillies dans son voyage en Sibérie. Il n'y avoit dans tous les magasins de Paris qu'une seule défense d'ivoire cru qui eût 19 pouces de circonférence; toutes les autres étoient plus menues : cette grosse défense avoit 6 pieds 1 pouce de longueur, et il paroît que celles qui sont au Cabinet du Roi, et qui ont été trouvées en Sibérie, avoient plus de 6 pieds 1/2 lorsqu'elles étoient entières; mais, comme les extrémités en sont tronquées, on ne peut en juger qu'à peu près.

Et si l'on compare les os fémurs trouvés de même dans les terres du nord, on s'assurera qu'ils sont au moins aussi longs et considérablement plus épais que ceux des éléphans actuels.

Au reste, nous avons, comme je l'ai dit, comparé exactement les os et les défenses qui nous sont venus de Sibérie aux os et aux défenses d'un squelette d'éléphant, et nous avons reconnu évidemment que tous ces ossemens sont des dépouilles de ces animaux. Les défenses venues de Sibérie ont non seulement la figure, mais aussi la vraie structure de l'ivoire de l'éléphant, dont M. Daubenton donne la description dans les termes suivans :

« Lorsqu'une défense d'éléphant est coupée transversalement, on voit au centre, ou à peu près au centre, un point noir qui est appelé *le cœur ;* mais si la défense a été coupée à l'endroit de sa cavité, il n'y a au centre qu'un trou rond ou ovale : on aperçoit des lignes courbes qui s'étendent en sens contraire, depuis le centre à la circonférence, et qui se croisant forment de petites losanges; il y a ordinairement à la circonférence une bande étroite et circulaire : les lignes courbes se ramifient à mesure qu'elles s'éloignent du centre; et le nombre de ces lignes est d'autant plus grand, qu'elles approchent plus de la circonférence : ainsi la grandeur

des losanges est presque partout à peu près la même. Leurs côtés, ou au moins leurs angles, ont une couleur plus vive que l'aire, sans doute parce que leur substance est plus compacte : la bande de la circonférence est quelquefois composée de fibres droites et transversales, qui aboutiroient au centre si elles étoient prolongées ; c'est l'apparence de ces lignes et de ces points que l'on regarde comme le grain de l'ivoire : on l'aperçoit dans tous les ivoires, mais il est plus ou moins sensible dans les différentes défenses ; et parmi les ivoires dont le grain est assez apparent pour qu'on leur donne le nom d'*ivoire grenu*, il y en a que l'on appelle *ivoire à gros grains*, pour le distinguer de l'ivoire dont le grain est fin. » Voyez, dans cette Histoire naturelle, l'article de l'*Éléphant*, et les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1762.

(*Sur la page* 81.)

Indépendamment de tous les morceaux qui nous ont été envoyés de Russie et de Sibérie, et que nous conservons au Cabinet du Roi, il y en a plusieurs autres dans les cabinets des particuliers de Paris ; il y en a un grand nombre dans le Muséum de Pétersbourg, comme on peut le voir dans le catalogue qui en a été imprimé dès l'année 1742 ; il y en a de même dans le Muséum de Londres, dans celui de Copenhague, et dans quelques autres collections, en Angleterre, en Allemagne, en Italie : on a même fait plusieurs ouvrages de tour avec cet ivoire trouvé dans les terres du nord ; ainsi l'on ne peut douter de la grande quantité de ces dépouilles d'éléphant en Sibérie et en Russie.

M. Pallas, savant naturaliste, a trouvé dans son voyage en Sibérie, ces années dernières, une grande quantité d'ossemens d'éléphant, et un squelette entier de rhinocéros, qui n'étoit enfoui qu'à quelques pieds de profondeur.

« On vient de découvrir des os monstrueux d'éléphant à Swijatoki, à dix-sept verstes de Pétersbourg ; on les a tirés d'un terrain inondé depuis long-temps. On ne peut donc plus douter de la prodigieuse révolution qui a changé le climat, les productions, et les animaux de toutes les contrées de la terre. Ces médailles naturelles prouvent que les pays dévastés aujourd'hui par la rigueur du froid ont eu autrefois tous les avantages du midi. » (*Journal de politique et de littérature*, 5 janvier 1776 ; article de *Pétersbourg*.)

La découverte des squelettes et des défenses d'éléphans dans le Canada est assez récente, et j'en ai été informé des premiers par une lettre de feu M. Collinson, membre de la Société royale de Londres ; voici la traduction de cette lettre :

« M. Georges Croghan nous a assurés que, dans le cours de ses voyages en 1765 et 1766, dans les contrées voisines de la rivière d'*Ohio*, environ à 4 milles sud-est de cette rivière, éloignée de 640 milles du fort de Quesne (que nous appelons maintenant *Pitsburgh*), il a vu, aux environs d'un grand marais salé, où les animaux sauvages s'assemblent en certains temps de l'année, de grands os et de grosses dents, et qu'ayant examiné cette place avec soin, il a découvert, sur un banc élevé du côté du marais, un nombre prodigieux d'os de très-grands animaux, et que par la longueur et la forme de ces os et de ces défenses on doit conclure que ce sont des os d'éléphants.

« Mais les grosses dents que je vous envoie, monsieur, ont été trouvées avec ces défenses ; d'autres encore plus grandes que celles-ci paroissent indiquer et même démontrer qu'elles n'appartiennent pas à des éléphans. Comment concilier ce paradoxe ? Ne pourroit-on pas supposer qu'il a existé autrefois un grand animal qui avoit les défenses de l'éléphant et les mâchoires de l'hippopotame ? car ces grosses dents mâchelières sont très-différentes de celles de l'éléphant. M. Croghan pense, d'après la grande quantité de ces différentes sortes de dents, c'est-à-dire des défenses et des dents molaires qu'il a observées dans cet endroit, qu'il y avoit au moins trente de ces animaux. Cependant les éléphans n'étoient point connus en Amérique, et probablement ils n'ont pu y être apportés d'Asie : l'impossibilité qu'ils ont à vivre dans ces contrées, à cause de la rigueur des hivers, et où cependant on trouve une si grande quantité de leurs os, fait encore un paradoxe que votre éminente sagacité doit déterminer.

« M. Croghan a envoyé à Londres, au mois de février 1767, les os et les dents qu'il avoit rassemblés dans les années 1765 et 1766 :

« 1° A milord Shelburne, deux grandes défenses, dont une étoit bien entière et avoit près de 7 pieds de long (6 pieds 7 pouces de France) ; l'épaisseur étoit comme celle d'une défense ordinaire d'un éléphant qui auroit cette longueur.

« 2° Une mâchoire avec deux dents mâchelières qui y tenoient, et outre cela plusieurs très-grosses dents mâchelières séparées.

« Au docteur Franklin, 1° trois défenses d'éléphant, dont une, d'environ 6 pieds de long, étoit cassée par la moitié, gâtée ou rongée au centre, et semblable à de la craie; les autres étoient très-saines; le bout de l'une des deux étoit aiguisé en pointe et d'un très-bel ivoire.

« 2° Une petite défense d'environ 3 pieds de long, grosse comme le bras, avec les alvéoles qui reçoivent les muscles et les tendons, qui étoient d'une couleur marron luisante, laquelle avoit l'air aussi frais que si on venoit de les tirer de la tête de l'animal.

« 3° Quatre mâchelières, dont l'une des plus grandes avoit plus de largeur et un rang de pointes de plus que celles que je vous ai envoyées. Vous pouvez être assuré que toutes celles qui ont été envoyées à milord Shelburne et à M. Franklin étoient de la même forme et avoient le même émail que celles que je mets sous vos yeux.

« Le docteur Franklin a dîné dernièrement avec un officier qui a rapporté de cette même place, voisine de la rivière d'Ohio, une défense plus blanche, plus luisante, plus unie que toutes les autres, et une mâchelière encore plus grande que toutes celles dont je viens de faire mention.» (Lettre de M. Collinson à M. de Buffon, datée de Mill-hill, près de Londres, le 3 juillet 1767.)

Extrait du Journal du voyage de M. Croghan, *fait sur la rivière d'Ohio, et envoyé à M. Franklin au mois de mai* 1765.

« Nous avons passé la grande rivière de Miame, et, le soir, nous sommes arrivés à l'endroit où l'on a trouvé des os d'éléphans; il peut y avoir 640 milles de distance du fort Pitt. Dans la matinée, j'allai voir la grande place marécageuse où les animaux sauvages se rendent dans de certains temps de l'année; nous arrivâmes à cet endroit par une route battue par les bœufs sauvages (*bisons*), éloigné d'environ 4 milles au sud-est du fleuve Ohio. Nous vîmes de nos yeux qu'il se trouve dans ces lieux une grande quantité d'ossemens, les uns épars, les autres enterrés à cinq ou six pieds sous terre, que nous vîmes dans l'épaisseur du banc de terre qui borde cette espèce de route. Nous trouvâmes là deux défenses de 6 pieds de longueur, que nous transportâmes à notre bord, avec d'autres os et des dents; et, l'année suivante, nous retournâmes au même endroit prendre encore un plus grand nombre d'autres défenses et d'autres dents.

« Si M. de Buffon avoit des doutes et des questions à faire sur cela, je le prie, dit M. Collinson, de me les envoyer; je ferois passer sa lettre à M. Croghan, homme très-honnête et éclairé, qui seroit charmé de satisfaire à ses questions. »

Ce petit Mémoire étoit joint à la lettre que je viens de citer, et à laquelle je vais ajouter l'extrait de ce que M. Collinson m'avoit écrit auparavant au sujet de ces mêmes ossemens trouvés en Amérique :

« Il y avoit à environ un mille et demi de la rivière d'Ohio six squelettes monstrueux enterrés debout, portant des défenses de 5 à 6 pieds de long, qui étoient de la forme et de la substance des défenses d'éléphans; elles avoient 30 pouces de circonférence à la racine; elles alloient en s'amincissant jusqu'à la pointe : mais on ne peut pas bien connoître comment elles étoient jointes à la mâchoire, parce qu'elles étoient brisées en pièces. Un fémur de ces mêmes animaux fut trouvé bien entier; il pesoit cent livres, et avoit 4 pieds 1/2 de long. Ces défenses et ces os de la cuisse font voir que l'animal étoit d'une prodigieuse grandeur. Ces faits ont été confirmés par M. Greenwood, qui, ayant été sur les lieux, a vu les six squelettes dans le marais salé; il a de plus trouvé, dans le même lieu, de grosses dents mâchelières qui ne paroissent pas appartenir à l'éléphant, mais plutôt à l'hippopotame; et il a rapporté quelques-unes de ces dents à Londres, deux entre autres qui pesoient ensemble 9 livres 1/4. Il dit que l'os de la mâchoire avoit près de 3 pieds de longueur, et qu'il étoit trop lourd pour être porté par deux hommes : il avoit mesuré l'intervalle entre l'orbite des deux yeux, qui étoit de 18 pouces. Une Angloise, faite prisonnière par les sauvages et conduite à ce marais salé, pour leur apprendre à faire du sel en faisant évaporer l'eau, a déclaré se souvenir, par une circonstance singulière, d'avoir vu ces ossemens énormes; elle racontoit que trois François qui cassoient des noix étoient tous trois assis sur un seul de ces grands os de la cuisse. »

Quelque temps après m'avoir écrit ces lettres, M. Collinson lut à la Société royale de Londres deux petits Mémoires sur ce même sujet, et dans lesquels j'ai trouvé quelques faits de plus que je vais rapporter, en y joignant un mot d'explication sur les choses qui en ont besoin.

« Le marais salé où l'on a trouvé des os d'éléphans, n'est qu'à 4 milles de distance des bords de la rivière d'Ohio; mais il est

éloigné de plus de 700 milles de la plus prochaine côte de la mer. Il y avoit un chemin frayé par les bœufs sauvages (*bisons*), assez large pour deux chariots de front, qui menoit droit à la place de ce grand marais salé, où ces animaux se rendent, aussi bien que toutes les espèces de cerfs et de chevreuils, dans une certaine saison de l'année, pour lécher la terre et boire de l'eau salée.... Les ossemens d'éléphans se trouvent sous une espèce de levée, ou plutôt sous la rive qui entoure et surmonte le marais à 5 ou 6 pieds de hauteur; on y voit un très-grand nombre d'os et de dents qui ont appartenu à quelques animaux d'une grosseur prodigieuse; il y a des défenses qui ont près de 7 pieds de longueur, et qui sont d'un très-bel ivoire : on ne peut donc guère douter qu'elles n'aient appartenu à des éléphans. Mais ce qu'il y a de singulier, c'est que jusqu'ici l'on n'a trouvé parmi ces défenses aucune dent molaire ou mâchelière d'éléphant, mais seulement un grand nombre de grosses dents, dont chacune porte cinq ou six pointes mousses, lesquelles ne peuvent avoir appartenu qu'à quelque animal d'une énorme grandeur; et ces grosses dents carrées n'ont point de ressemblance aux mâchelières de l'éléphant, qui sont aplaties et quatre ou cinq fois aussi larges qu'épaisses; en sorte que ces grosses dents molaires ne ressemblent aux dents d'aucun animal connu. »

Ce que dit ici M. Collinson est très-vrai : ces grosses dents molaires diffèrent absolument des dents mâchelières de l'éléphant; et en les comparant à celles de l'hippopotame, auxquelles ces grosses dents ressemblent par leur forme carrée, on verra qu'elles en diffèrent aussi par leur grosseur, étant deux, trois, et quatre fois plus volumineuses que les grosses dents des anciens hippopotames trouvées de même en Sibérie et au Canada, quoique ces dents soient elles-mêmes trois ou quatre fois plus grosses que celles des hippopotames actuellement existans. Toutes les dents que j'ai observées dans quatre têtes de ces animaux qui sont au Cabinet du Roi ont la face qui broie creusée en forme de trèfle, et celles qui ont été trouvées au Canada et en Sibérie ont ce même caractère, et n'en diffèrent que par la grandeur; mais ces énormes dents à grosses pointes mousses diffèrent de celles de l'hippopotame creusées en trèfle, ont toujours quatre et quelquefois cinq rangs, au lieu que les plus grosses dents de l'hippopotame n'en ont que trois, comme on peut le voir en comparant les figures 4, 5 et 6 avec celles des figures 7 et 8, pl. 1. Il paroît donc certain que ces grosses dents n'ont jamais appartenu à l'éléphant ni à l'hippopotame : la différence de grandeur, quoique énorme, ne m'empêcheroit pas de les regarder comme appartenant à cette dernière espèce, si tous les caractères de la forme étoient semblables, puisque nous connoissons, comme je viens de le dire, d'autres dents carrées, trois ou quatre fois plus grosses que celles de nos hippopotames actuels, et qui néanmoins ayant les mêmes caractères pour la forme, et particulièrement les creux en trèfle sur la face qui broie, sont certainement des dents d'hippopotames trois fois plus grands que ceux dont nous avons les têtes; et c'est de ces grosses dents, fig. 7, qui sont vraiment des dents d'hippopotames, que j'ai parlé lorsque j'ai dit qu'il s'en trouvoit également dans les deux continens, aussi bien que des défenses d'éléphans : mais ce qu'il y a de très-remarquable, c'est que non seulement on a trouvé de vraies défenses d'éléphans et de vraies dents de gros hippopotames en Sibérie et au Canada, mais qu'on y a trouvé de même ces dents beaucoup plus énormes à grosses pointes mousses et à quatre rangs; je crois donc pouvoir prononcer avec fondement que cette très-grande espèce d'animal est perdue.

M. le comte de Vergennes, ministre et secrétaire d'état, a eu la bonté de me donner, en 1770, la plus grosse de toutes ces dents, laquelle est représentée planche 1, fig. 1 et 2; elle pèse 11 livres 4 onces. Cette énorme dent molaire a été trouvée dans la petite Tartarie, en faisant un fossé. Il y avoit d'autres os qu'on n'a pas recueillis, et, entre autres, un os fémur dont il ne restoit que la moitié bien entière, et la cavité de cette moitié contenoit quinze pintes de Paris. M. l'abbé Chappe, de l'Académie des Sciences, nous a rapporté de Sibérie une autre dent toute pareille, mais moins grosse, et qui ne pèse que 3 livres 12 onces 1/2, fig. 4 et 5. Enfin la plus grosse de celles que M. Collinson m'avoit envoyées, et qui est représentée fig. 6, a été trouvée, avec plusieurs autres semblables, en Amérique, près de la rivière d'Ohio; et d'autres qui nous sont venues de Canada leur ressemblent parfaitement. L'on ne peut donc pas douter qu'indépendamment de l'éléphant et de l'hippopotame, dont on trouve également les dépouilles dans les deux continens, il n'y eût encore un autre animal commun aux deux continens, d'une grandeur supé-

rieure à celle même des plus grands éléphans; car la forme carrée de ces énormes dents mâchelières prouve qu'elles étoient en nombre dans la mâchoire de l'animal; et quand on n'y en supposeroit que six ou même quatre de chaque côté, on peut juger de l'énormité d'une tête qui auroit au moins seize dents mâchelières, pesant chacune dix ou onze livres. L'éléphant n'en a que quatre, deux de chaque côté; elles sont aplaties, elles occupent tout l'espace de la mâchoire; et ces deux dents molaires de l'éléphant fort aplaties ne surpassent que de deux pouces la largeur de la plus grosse dent carrée de l'animal inconnu, qui est du double plus épaisse que celles de l'éléphant. Ainsi tout nous porte à croire que cette ancienne espèce, qu'on doit regarder comme la première et la plus grande de tous les animaux terrestres, n'a subsisté que dans les premiers temps, et n'est pas parvenue jusqu'à nous; car un animal dont l'espèce seroit plus grande que celle de l'éléphant, ne pourroit se cacher nulle part sur la terre au point de demeurer inconnu; et d'ailleurs il est évident par la forme même de ces dents, par leur émail, et par la disposition de leurs racines, qu'elles n'ont aucun rapport aux dents des cachalots ou autres cétacés, et qu'elles ont réellement appartenu à un animal terrestre dont l'espèce étoit plus voisine de celle de l'hippopotame que d'aucune autre.

Dans la suite du Mémoire que j'ai cité ci-dessus, M. Collinson dit que plusieurs personnes de la Société royale connoissent, aussi bien que lui, les défenses d'éléphans que l'on trouve tous les ans en Sibérie sur les bords du fleuve Obi et des autres rivières de cette contrée. Quel système établira-t-on, ajoute-t-il, avec quelque degré de probabilité, pour rendre raison de ces dépôts d'ossemens d'éléphans en Sibérie et en Amérique? Il finit par donner l'énumération, les dimensions, et le poids de toutes ces dents trouvées dans le marais salé de la rivière d'Ohio, dont la plus grosse dent carrée appartenoit au capitaine Ourry, et pesoit 6 livres 1/2.

Dans le second petit Mémoire de M. Collinson, lu à la Société royale de Londres, le 10 décembre 1767, il dit que, s'étant aperçu qu'une des défenses trouvées dans le marais salé avoit des stries près du gros bout, il avoit eu quelques doutes si ces stries étoient particulières ou non à l'espèce de l'éléphant; que, pour se satisfaire, il alla visiter le magasin d'un marchand qui fait commerce de dents de toute espèce, et qu'après les avoir bien examinées, il trouva qu'il y avoit autant de défenses striées au gros bout que d'unies, et que par conséquent il ne faisoit plus aucune difficulté de prononcer que ces défenses trouvées en Amérique ne fussent semblables, à tous égards, aux défenses d'éléphans d'Afrique et d'Asie; mais, comme les grosses dents carrées trouvées dans le même lieu n'ont aucun rapport avec les dents molaires de l'éléphant, il pense que ce sont les restes de quelque animal énorme qui avoit les défenses de l'éléphant avec des dents molaires particulières à son espèce, laquelle est d'une grandeur et d'une forme différente de celle d'aucun animal connu. Voyez les *Transactions philosophiques* de l'année 1767.

Dès l'année 1748, M. Fabri, qui avoit fait de grandes courses dans le nord de la Louisiane et dans le sud du Canada, m'avoit informé qu'il avoit vu des têtes et des squelettes d'un animal quadrupède d'une grandeur énorme, que les sauvages appeloient le *père-aux-bœufs*, et que les os fémurs de ces animaux avoient 5 et jusqu'à 6 pieds de hauteur. Peu de temps après, et avant l'année 1767, quelques personnes à Paris avoient déjà reçu quelques-unes des grosses dents de l'animal inconnu, d'autres d'hippopotames, et aussi des ossemens d'éléphans trouvés en Canada: le nombre en est trop considérable, pour qu'on puisse douter que ces animaux n'aient pas autrefois existé dans les terres septentrionales de l'Amérique, comme dans celles de l'Asie et de l'Europe.

Mais les éléphans ont aussi existé dans toutes les contrées tempérées de notre continent; j'ai fait mention des défenses trouvées en Languedoc près de Simore, et de celles trouvées à Cominges en Gascogne; je dois y ajouter la plus belle et la plus grande de toutes, qui nous a été donnée en dernier lieu pour le Cabinet du Roi par M. le duc de la Rochefoucauld, dont le zèle pour le progrès des sciences est fondé sur les gran des connoissances qu'il a acquises dans tous les genres. Il a trouvé ce beau morceau en visitant, avec M. Desmarest, de l'Académie des Sciences, les campagnes aux environs de Rome. Cette défense étoit divisée en cinq fragmens, que M. le duc de la Rochefoucauld fit recueillir: l'un de ces fragmens fut soustrait par le crocheteur qui en étoit chargé, et il n'en est resté que quatre, lesquels ont environ huit pouces de diamètre; en les rapprochant, ils forment une

longueur de sept pieds; et nous savons, par M. Desmarest, que le cinquieme fragment, qui a été perdu, avoit près de 3 pieds : ainsi l'on peut assurer que la défense entiere devoit avoir environ 10 pieds de longueur. En examinant les cassures, nous y avons reconnu tous les caractères de l'ivoire de l'éléphant; seulement cet ivoire, altéré par un long séjour dans la terre, est devenu léger et friable comme les autres ivoires fossiles.

M. Tozzetti, savant naturaliste d'Italie, rapporte qu'on a trouvé, dans les vallées de l'Arno, des os d'éléphans et d'autres animaux terrestres en grande quantité, et épars çà et là dans les couches de la terre, et il dit qu'on peut conjecturer que les éléphans étoient anciennement des animaux indigènes à l'Europe, et surtout à la Toscane. (Extrait d'une lettre du docteur Tozzetti. *Journal étranger*, mois de décembre 1755.)

« On trouva, dit M. Coltellini, vers la fin du mois de novembre 1759, dans un bien de campagne appartenant au marquis de Petrella, et situé à Fusigliano dans le territoire de Cortone, un morceau d'os d'éléphant incrusté, en grande partie, d'une matiere pierreuse..... Ce n'est pas d'aujourd'hui qu'on a trouvé de pareils os fossiles dans nos environs.

« Dans le cabinet de M. Galeotto Corrazzi, il y a un autre grand morceau de défense d'éléphant pétrifié, et trouvé, ces dernières années, dans les environs de Cortone, au lieu appelé *la Selva*.... Ayant comparé ces fragmens d'os avec un morceau de défense d'éléphant venu depuis peu d'Asie, on a trouvé qu'il y avoit entre eux une ressemblance parfaite.

« M. l'abbé Mearini m'apporta, au mois d'avril dernier, une mâchoire entière d'éléphant qu'il avoit trouvée dans le district de Farneta, village de ce diocèse. Cette mâchoire est pétrifiée en grande partie, et surtout des deux côtés, où l'incrustation pierreuse s'élève à la hauteur d'un pouce et a toute la dureté de la pierre.

« Je dois enfin à M. Muzio Angelieri Alticozzi, gentilhomme de cette ville, un fémur presque entier d'éléphant, qu'il a découvert lui même dans un de ses biens de campagne appelé *la Rota*, situé dans le territoire de Cortone. Cet os, qui est long d'une brasse de Florence, est aussi pétrifié, surtout dans l'extrémité supérieure qu'on appelle la tête... » (Lettre de M. Louis Coltellini, de Cortone. *Journal étranger*, mois de juillet 1761.)

(*Sur la page* 81.)

La connoissance de toutes les pétrifications dont on ne trouve plus les analogues vivans, supposeroit une étude longue et une comparaison réfléchie de toutes les espèces de pétrifications qu'on a trouvées jusqu'à présent dans le sein de la terre, et cette science n'est pas fort avancée; cependant nous sommes assurés qu'il y a plusieurs de ces espèces, telles que les cornes d'ammon, les orthocératites, les pierres lenticulaires ou numismales, les bélemnites, les pierres judaïques, les anthropomorphites, etc., qu'on ne peut rapporter à aucune espèce actuellement subsistante. Nous avons vu des cornes d'ammon pétrifiées de deux et trois pieds de diamètre, et nous avons été assurés, par des témoins dignes de foi, qu'on en a trouvé une en Champagne plus grande qu'une meule de moulin, puisqu'elle avoit 8 pieds de diamètre sur un pied d'épaisseur : on m'a même offert dans le temps de me l'envoyer; mais l'énormité de poids de cette masse, qui est d'environ huit milliers, et la grande distance de Paris, m'ont empêché d'accepter cette offre. On ne connoît pas plus les espèces d'animaux auxquels ont appartenu les dépouilles dont nous venons d'indiquer les noms; mais ces exemples, et plusieurs autres que je pourrois citer, suffisent pour prouver qu'il existoit autrefois dans la mer plusieurs espèces de coquillages et de crustacés qui ne subsistent plus. Il en est de même de quelques poissons à écailles : la plupart de ceux qu'on trouve dans les ardoises et dans certains schistes, ne ressemblent pas assez aux poissons qui nous sont connus pour qu'on puisse dire qu'ils sont de telle ou telle espèce; ceux qui sont au Cabinet du Roi, parfaitement conservés dans des masses de pierre, ne peuvent de même se rapporter précisément à nos espèces connues : il paroît donc que, dans tous les genres, la mer a autrefois nourri des animaux dont les espèces n'existent plus.

Mais, comme nous l'avons dit, nous n'avons jusqu'à présent qu'un seul exemple d'une espèce perdue dans les animaux terrestres, et il paroît que c'étoit la plus grande de toutes, sans même en excepter l'éléphant. Et puisque les exemples des espèces perdues dans les animaux terrestres sont bien plus rares que dans les animaux marins, cela ne semble-t-il pas prouver encore que la formation des premiers est postérieure à celle des derniers?

PREMIÈRE ÉPOQUE.

Lorsque la terre et les planètes ont pris leur forme

Dans ce premier temps où la terre en fusion, tournant sur elle-même, a pris sa forme et s'est élevée sur l'équateur en s'abaissant sous les pôles, les autres planètes étoient dans le même état de liquéfaction, puisqu'en tournant sur elles-mêmes, elles ont pris, comme la terre, une forme renflée sur leur équateur et aplatie sous leurs pôles, et que ce renflement et cette dépression sont proportionnels à la vitesse de leur rotation. Le globe de Jupiter nous en fournit la preuve : comme il tourne beaucoup plus vite que celui de la terre, il est en conséquence bien plus élevé sur son équateur, et plus abaissé sous ses pôles; car les observations nous démontrent que les deux diametres de cette planète different de plus d'un treizième, tandis que ceux de la terre ne different que d'une deux cent trentieme partie : elles nous montrent aussi que dans Mars, qui tourne pres d'une fois moins vite que la terre, cette différence entre les deux diametres n'est pas assez sensible pour être mesurée par les astronomes, et que dans la lune, dont le mouvement de rotation est encore bien plus lent, les deux diamètres paroissent égaux. La vitesse de la rotation des planètes est donc la seule cause de leur renflement sur l'équateur; et ce renflement, qui s'est fait en même temps que leur aplatissement sous les pôles, suppose une fluidité entière dans toute la masse de ces globes, c'est-à-dire un état de liquéfaction causé par le feu [1].

D'ailleurs toutes les planètes circulant autour du soleil dans le même sens et presque dans le même plan, elles paroissent avoir été mises en mouvement par une impulsion commune et dans un même temps; leur mouvement de circulation et leur mouvement de rotation sont contemporains, aussi bien que leur état de fusion ou de liquéfaction par le feu, et ces mouvemens ont nécessairement été précédés par l'impulsion qui les a produits.

Dans celles des planètes dont la masse a été frappée le plus obliquement, le mouvement de rotation a été le plus rapide, et, par cette rapidité de rotation, les premiers effets de la force centrifuge ont excédé ceux de la pesanteur : en conséquence il s'est fait dans ces masses liquides une séparation et une projection de parties à leur équateur, où cette force centrifuge est la plus grande, lesquelles parties séparées et chassées par cette force ont formé des masses concomitantes, et sont devenues des satellites qui ont dû circuler et qui circulent en effet tous dans le plan de l'équateur de la planète dont ils ont été séparés par cette cause. Les satellites des planètes se sont donc formés aux dépens de la matière de leur planète principale, comme les planètes elles-mêmes paroissent s'être formées aux dépens de la masse du soleil. Ainsi le temps de la formation des satellites est le même que celui du commencement de la rotation des planetes : c'est le moment où la matière qui les compose venoit de se rassembler, et ne formoit encore que des globes liquides, état dans lequel cette matière en liquéfaction pouvoit en être séparée et projetée fort aisément; car, dès que la surface de ces globes eut commencé à prendre un peu de consistance et de rigidité par le refroidissement, la matière, quoique animée de la même force centrifuge, étant retenue par celle de la cohésion, ne pouvoit plus être séparée ni projetée hors de la planète par ce même mouvement de rotation.

Comme nous ne connoissons dans la nature aucune cause de chaleur, aucun feu que celui du soleil, qui ait pu fondre ou tenir en liquéfaction la matière de la terre et des planetes, il me paroît qu'en se refusant à croire que les planètes sont issues et sorties du soleil on seroit au moins forcé de supposer qu'elles ont été exposées de très-près aux ardeurs de cet astre de feu pour pouvoir être liquéfiées. Mais cette supposition ne seroit pas encore suffisante pour expliquer l'effet, et tomberoit d'elle-même par une circonstance nécessaire, c'est qu'il faut du temps pour que le feu, quelque violent

1. Voyez la Théorie de la terre, article *de la Formation des planètes.*

qu'il soit, pénètre les matières solides qui lui sont exposées, et un très-long temps pour les liquéfier. On a vu, par les expériences qui précèdent, que pour échauffer un corps jusqu'au degré de fusion il faut au moins la quinzième partie du temps qu'il faut pour le refroidir, et qu'attendu les grands volumes de la terre et des autres planètes il seroit de toute nécessité qu'elles eussent été pendant plusieurs milliers d'années stationnaires auprès du soleil pour recevoir le degré de chaleur nécessaire à la liquéfaction : or il est sans exemple dans l'univers qu'aucun corps, aucune planète, aucune comète, demeure stationnaire auprès du soleil, même pour un instant; au contraire, plus les comètes en approchent, et plus leur mouvement est rapide : le temps de leur périhélie est extrêmement court, et le feu de cet astre, en brûlant la surface, n'a pas le temps de pénétrer la masse des comètes qui s'en approchent le plus.

Ainsi tout concourt à prouver qu'il n'a pas suffi que la terre et les planètes aient passé, comme certaines comètes, dans le voisinage du soleil, pour que leur liquéfaction ait pu s'y opérer; nous devons donc présumer que cette matière des planètes a autrefois appartenu au corps même du soleil, et en a été séparée, comme nous l'avons dit, par une seule et même impulsion : car les comètes qui approchent le plus du soleil ne nous présentent que le premier degré des grands effets de la chaleur; elles paroissent précédées d'une vapeur enflammée lorsqu'elles s'approchent, et suivies d'une semblable vapeur lorsqu'elles s'éloignent de cet astre. Ainsi une partie de la matière superficielle de la comète s'étend autour d'elle, et se présente à nos yeux en forme de vapeurs lumineuses qui se trouvent dans un état d'expansion et de volatilité causé par le feu du soleil : mais le noyau, c'est-à-dire le corps même de la comète, ne paroît pas être profondément pénétré par le feu, puisqu'il n'est pas lumineux par lui-même, comme le seroit néanmoins toute masse de fer, de verre, ou d'autre matière solide intimement pénétrée par cet élément; par conséquent il paroît nécessaire que la matière de la terre et des planètes, qui a été dans un état de liquéfaction, appartienne au corps même du soleil, et qu'elle fasse partie des matières en fusion qui constituent la masse de cet astre de feu.

Les planètes ont reçu leur mouvement par une seule et même impulsion, puisqu'elles circulent toutes dans le même sens et presque dans le même plan; les comètes, au contraire, qui circulent comme les planètes autour du soleil, mais dans des sens et des plans différens, paroissent avoir été mises en mouvement par des impulsions différentes. On doit donc rapporter à une seule époque le mouvement des planètes, au lieu que celui des comètes pourroit avoir été donné en différens temps. Ainsi rien ne peut nous éclairer sur l'origine du mouvement des comètes; mais nous pouvons raisonner sur celui des planètes, parce qu'elles ont entre elles des rapports communs qui indiquent assez clairement qu'elles ont été mises en mouvement par une seule et même impulsion. Il est donc permis de chercher dans la nature la cause qui a pu produire cette grande impulsion, au lieu que nous ne pouvons guère former de raisonnemens ni même faire des recherches sur les causes du mouvement d'impulsion des comètes.

Rassemblant seulement les rapports fugitifs et les légers indices qui peuvent fournir quelques conjectures, on pourroit imaginer, pour satisfaire, quoique très-imparfaitement, à la curiosité de l'esprit, que les comètes de notre système solaire ont été formées par l'explosion d'une étoile fixe ou d'un soleil voisin du nôtre, dont toutes les parties dispersées, n'ayant plus de centre ou de foyer commun, auront été forcées d'obéir à la force attractive de notre soleil, qui dès lors sera devenu le pivot et le foyer de toutes nos comètes. Nous et nos neveux n'en dirons pas davantage jusqu'à ce que, par des observations ultérieures, on parvienne à reconnoître quelque rapport commun dans le mouvement d'impulsion des comètes; car, comme nous ne connoissons rien que par comparaison, dès que tout rapport nous manque, et qu'aucune analogie ne se présente, toute lumière fuit, et non seulement notre raison, mais même notre imagination, se trouve en défaut. Aussi, m'étant abstenu ci-devant de former des conjectures sur la cause du mouvement d'impulsion des comètes, j'ai cru devoir raisonner sur celle de l'impulsion des planètes; et j'ai mis en avant, non pas comme un fait réel et certain, mais seulement comme une chose possible, que la matière des planètes a été projetée hors du soleil par le choc d'une comète. Cette hypothèse est fondée sur ce qu'il n'y a dans la nature aucun corps en mouvement, sinon les comètes, qui puisse ou ait pu communiquer un aussi grand mouvement à d'aussi grandes masses, et en même temps sur ce que les comètes ap-

prochent quelquefois de si près du soleil, qu'il est pour ainsi dire nécessaire que quelques-unes y tombent obliquement et en sillonnent la surface, en chassant devant elles les matières mises en mouvement par leur choc.

Il en est de même de la cause qui a pu produire la chaleur du soleil : il m'a paru qu'on peut la déduire des effets naturels, c'est-à-dire la trouver dans la constitution du système du monde; car le soleil ayant à supporter tout le poids, toute la force de l'action pénétrante des vastes corps qui circulent autour de lui, et ayant à souffrir en même temps l'action rapide de cette espèce de frottement intérieur dans toutes les parties de sa masse, la matière qui le compose doit être dans l'état de la plus grande division; elle a dû devenir et demeurer fluide, lumineuse, et brûlante, en raison de cette pression et de ce frottement intérieur toujours également subsistant. Les mouvemens irréguliers des taches du soleil, aussi bien que leur apparition spontanée et leur disparition, démontrent assez que cet astre est liquide, et qu'il s'élève de temps en temps à sa surface des espèces de scories ou d'écumes, dont les unes nagent irrégulièrement sur cette matière en fusion, et dont quelques autres sont fixes pour un temps, et disparoissent, comme les premières, lorsque l'action du feu les a de nouveau divisées. On sait que c'est par le moyen de quelques-unes de ces taches fixes qu'on a déterminé la durée de la rotation du soleil en vingt-cinq jours et demi.

Or chaque comète et chaque planète forment une roue, dont les rais sont les rayons de la force attractive; le soleil est l'essieu ou le pivot commun de toutes ces différentes roues; la comète ou la planète en est la jante mobile, et chacune contribue de tout son poids et de toute sa vitesse à l'embrasement de ce foyer général, dont le feu durera par conséquent aussi long-temps que le mouvement et la pression des vastes corps qui le produisent.

De là ne doit-on pas présumer que si l'on ne voit pas des planètes autour des étoiles fixes, ce n'est qu'à cause de leur immense éloignement? Notre vue est trop bornée, nos instrumens trop peu puissans, pour apercevoir ces astres obscurs, puisque ceux mêmes qui sont lumineux échappent à nos yeux, et que, dans le nombre infini de ces étoiles, nous ne connoîtrons jamais que celles dont nos instrumens de longue vue pourront nous rapprocher : mais l'analogie nous indique qu'étant fixes et lumineuses comme le soleil, les étoiles ont dû s'échauffer, se liquéfier, et brûler par la même cause, c'est-à-dire par la pression active des corps opaques, solides, et obscurs, qui circulent autour d'elles. Cela seul peut expliquer pourquoi il n'y a que les astres fixes qui soient lumineux, et pourquoi dans l'univers solaire tous les astres errans sont obscurs.

Et la chaleur produite par cette cause devant être en raison du nombre, de la vitesse, et de la masse des corps qui circulent autour du foyer, le feu du soleil doit être d'une ardeur ou plutôt d'une violence extrême, non seulement parce que les corps qui circulent autour de lui sont tous vastes, solides, et mus rapidement, mais encore parce qu'ils sont en grand nombre : car, indépendamment des six planètes, de leurs dix satellites, et de l'anneau de Saturne, qui tous pèsent sur le soleil et forment un volume de matière deux mille fois plus grand que celui de la terre, le nombre des comètes est plus considérable qu'on ne le croit vulgairement : elles seules ont pu suffire pour allumer le feu du soleil avant la projection des planètes, et suffiroient encore pour l'entretenir aujourd'hui. L'homme ne parviendra peut-être jamais à reconnoître les planètes qui circulent autour des étoiles fixes; mais, avec le temps, il pourra savoir au juste quel est le nombre des comètes dans le système solaire. Je regarde cette grande connoissance comme réservée à la postérité. En attendant, voici une espèce d'évaluation qui, quoique bien éloignée d'être précise, ne laissera pas de fixer les idées sur le nombre de ces corps circulant autour du soleil :

En consultant les Recueils d'observations, on voit que depuis l'an 1101 jusqu'en 1766, c'est-à-dire en six cent soixante-cinq années, il y a eu deux cent vingt-huit apparitions de comètes. Mais le nombre de ces astres errans qui ont été remarqués n'est pas aussi grand que celui des apparitions, puisque la plupart, pour ne pas dire tous, font leur révolution en moins de six cent soixante-cinq ans. Prenons donc les deux comètes desquelles seules les révolutions nous sont parfaitement connues; savoir, la comète de 1680, dont la période est d'environ cinq cent soixante-quinze ans, et celle de 1759, dont la période est de soixante-seize ans. On peut croire, en attendant mieux, qu'en prenant le terme moyen, trois cent vingt-six ans, entre ces deux périodes de révolution, il y a autant de comètes dont la période excède trois cent vingt-six ans, qu'il y en a dont la période est moindre. Ainsi,

en les réduisant toutes à trois cent vingt-six ans, chaque comète auroit paru deux fois en six cent cinquante-deux ans, et l'on auroit par conséquent à peu près quinze comètes pour deux cent vingt-huit apparitions en six cent soixante-cinq ans.

Maintenant, si l'on considère que vraisemblablement il y a plus de cometes hors de la portée de notre vue, ou échappées à l'œil des observateurs, qu'il n'y en a eu de remarquées, ce nombre croîtra peut-être de plus du triple; en sorte qu'on peut raisonnablement penser qu'il existe dans le systeme solaire quatre ou cinq cents comètes. Et s'il en est des cometes comme des planètes, si les plus grosses sont les plus éloignées du soleil, si les plus petites sont les seules qui en approchent d'assez près pour que nous puissions les apercevoir, quel volume immense de matiere! quelle charge énorme sur le corps de cet astre! quelle pression, c'est-à-dire quel frottement intérieur dans toutes les parties de sa masse, et par conséquent quelle chaleur et quel feu produit par ce frottement!

Car, dans notre hypothèse, le soleil étoit une masse de matiere en fusion, même avant la projection des planètes; par conséquent ce feu n'avoit alors pour cause que la pression de ce grand nombre de cometes qui circuloient précédemment et circulent encore aujourd'hui autour de ce foyer commun. Si la masse ancienne du soleil a été diminuée d'un six cent cinquantième par la projection de la matiere des planetes lors de leur formation, la quantité totale de la cause de son feu, c'est-à dire de la pression totale, a été augmentée dans la proportion de la pression entière des planetes, réunie à la première pression de toutes les comètes, à l'exception de celle qui a produit l'effet de la projection, et dont la matière s'est mêlée à celle des planètes pour sortir du soleil, lequel par conséquent, après cette perte, n'en est devenu que plus brillant, plus actif, et plus propre à éclairer, échauffer, et féconder son univers.

En poussant ces inductions encore plus loin, on se persuadera aisément que les satellites qui circulent autour de leur planète principale, et qui pesent sur elle comme les planètes pèsent sur le soleil; que ces satellites, dis-je, doivent communiquer un certain degré de chaleur à la planète autour de laquelle ils circulent : la pression et le mouvement de la lune doivent donner à la terre un degré de chaleur qui seroit plus grand si la vitesse du mouvement de circulation de la lune étoit plus grande; Jupiter, qui a quatre satellites, et Saturne, qui en a cinq, avec un grand anneau, doivent, par cette seule raison, être animés d'un certain degré de chaleur. Si ces planètes très-éloignées du soleil n'étoient pas douées comme la terre d'une chaleur intérieure, elles seroient plus que gelées, et le froid extrême que Jupiter et Saturne auroient à supporter, à cause de leur éloignement du soleil, ne pourroit être tempéré que par l'action de leurs satellites. Plus les corps circulans seront nombreux, grands, et rapides, plus le corps qui leur sert d'essieu ou de pivot s'échauffera par le frottement intime qu'ils feront subir à toutes les parties de sa masse.

Ces idées se lient parfaitement avec celles qui servent de fondement à mon hypothese sur la formation des planètes; elles en sont des conséquences simples et naturelles : mais j'ai la preuve que peu de gens ont saisi les rapports et l'ensemble de ce grand système. Néanmoins y a-t-il un sujet plus élevé, plus digne d'exercer la force du génie? On m'a critiqué sans m'entendre; que puis-je répondre? sinon que tout parle à des yeux attentifs, tout est indice pour ceux qui savent voir; mais que rien n'est sensible, rien n'est clair pour le vulgaire, et même pour ce vulgaire savant qu'aveugle le préjugé. Tâchons néanmoins de rendre la vérité plus palpable; augmentons le nombre des probabilités; rendons la vraisemblance plus grande; ajoutons lumières sur lumières, en réunissant les faits, en accumulant les preuves, et laissons-nous juger ensuite sans inquiétude et sans appel : car j'ai toujours pensé qu'un homme qui écrit doit s'occuper uniquement de son sujet, et nullement de soi; qu'il est contre la bienséance de vouloir en occuper les autres, et que par conséquent les critiques personnelles doivent demeurer sans réponse.

Je conviens que les idées de ce système peuvent paroître hypothétiques, étranges, et même chimériques, à tous ceux qui, ne jugeant les choses que par le rapport de leurs sens, n'ont jamais conçu comment on sait que la terre n'est qu'une petite planète, renflée sur l'équateur et abaissée sous les pôles; à ceux qui ignorent comment on s'est assuré que tous les corps célestes pèsent, agissent, et réagissent les uns sur les autres; comment on a pu mesurer leur grandeur, leur distance, leurs mouvemens, leur pesanteur, etc. : mais je suis persuadé que ces mêmes idées paroîtront simples, naturelles, et même grandes, au petit nombre de ceux qui, par

des observations et des réflexions suivies, sont parvenus à connoître les lois de l'univers, et qui, jugeant des choses par leurs propres lumières, les voient sans préjugé, telles qu'elles sont, ou telles qu'elles pourroient être; car ces deux points de vue sont à peu près les mêmes; et celui qui regardant une horloge pour la première fois, diroit que le principe de tous ses mouvemens est un ressort, quoique ce fût un poids, ne se tromperoit que pour le vulgaire, et auroit, aux yeux du philosophe, expliqué la machine.

Ce n'est donc pas que j'aie affirmé ni même positivement prétendu que notre terre et les planètes aient été formées nécessairement et réellement par le choc d'une comète qui a projeté hors du soleil la six cent cinquantième partie de sa masse : mais ce que j'ai voulu faire entendre, et ce que je maintiens encore comme hypothèse très-probable, c'est qu'une comète qui, dans son périhélie, approcheroit assez près du soleil pour en effleurer et sillonner la surface, pourroit produire de pareils effets, et qu'il n'est pas impossible qu'il se forme quelque jour, de cette même manière, des planètes nouvelles, qui toutes circuleroient ensemble comme les planètes actuelles, dans le même sens, et presque dans un même plan autour du soleil; des planètes qui tourneroient sur elles-mêmes, et dont la matière étant, au sortir du soleil, dans un état de liquéfaction, obéiroit à la force centrifuge, et s'élèveroit à l'équateur en s'abaissant sous les pôles; des planètes qui pourroient de même avoir des satellites en plus ou moins grand nombre, circulant autour d'elles dans le plan de leurs équateurs, et dont les mouvemens seroient semblables à ceux des satellites de nos planètes : en sorte que tous les phénomènes de ces planètes possibles et idéales seroient, je ne dis pas les mêmes, mais dans le même ordre, et dans des rapports semblables à ceux des phénomènes des planètes réelles. Et, pour preuve, je demande seulement que l'on considère si le mouvement de toutes les planètes, dans le même sens, et presque dans le même plan, ne suppose pas une impulsion commune; je demande s'il y a dans l'univers quelques corps, excepté les comètes, qui aient pu communiquer ce mouvement d'impulsion; je demande s'il n'est pas probable qu'il tombe de temps à autre des comètes dans le soleil, puisque celle de 1680 en a pour ainsi dire rasé la surface, et si par conséquent une telle comète, en sillonnant cette surface du soleil, ne communiqueroit pas son mouvement d'impulsion à une certaine quantité de matière qu'elle sépareroit du corps du soleil, en la projetant au dehors : je demande si, dans ce torrent de matière projetée, il ne se formeroit pas des globes par l'attraction mutuelle des parties, et si ces globes ne se trouveroient pas à des distances différentes, suivant la différente densité des matières, et si les plus légères ne seroient pas poussées plus loin que les plus denses par la même impulsion; je demande si la situation de tous ces globes presque dans le même plan n'indique pas assez que le torrent projeté n'étoit pas d'une largeur considérable, et qu'il n'avoit pour cause qu'une seule impulsion, puisque toutes les parties de la matière dont il étoit composé ne sont éloignées que très-peu de la direction commune; je demande comment et où la matière de la terre et des planètes auroit pu se liquéfier, si elle n'eût pas résidé dans le corps même du soleil, et si l'on peut trouver une cause de cette chaleur et de cet embrasement du soleil, autre que celle de sa charge et du frottement intérieur produit par l'action de tous ces vastes corps qui circulent autour de lui; enfin je demande qu'on examine tous les rapports, que l'on suive toutes les vues, que l'on compare toutes les analogies sur lesquelles j'ai fondé mes raisonnemens, et qu'on se contente de conclure avec moi que, si Dieu l'eût permis, il se pourroit, par les seules lois de la nature, que la terre et les planètes eussent été formées de cette même manière.

Suivons donc notre objet, et, de ce temps qui a précédé les temps et s'est soustrait à notre vue, passons au premier âge de notre univers, où la terre et les planètes, ayant reçu leur forme, ont pris de la consistance, et de liquides sont devenues solides. Ce changement d'état s'est fait naturellement et par le seul effet de la diminution de la chaleur : la matière qui compose le globe terrestre et les autres globes planétaires étoit en fusion lorsqu'ils ont commencé à tourner sur eux-mêmes; ils ont donc obéi, comme toute autre matière fluide, aux lois de la force centrifuge : les parties voisines de l'équateur, qui subissent le plus grand mouvement dans la rotation, se sont le plus élevées; celles qui sont voisines des pôles, où ce mouvement est moindre ou nul, se sont abaissées dans la proportion juste et précise qu'exigent les lois de la pesanteur, combinées avec celles de la force centrifuge [1], et

1. J'ai supposé dans mon *Traité de la formation des planètes*, vol. I, que la différence des diamètres

cette forme de la terre et des planètes s'est conservée jusqu'à ce jour, et se conservera perpétuellement, quand même l'on voudroit supposer que le mouvement de rotation viendroit à s'accélérer, parce que, la matière ayant passé de l'état de fluidité à celui de solidité, la cohésion des parties suffit seule pour maintenir la forme primordiale, et qu'il faudroit pour la changer que le mouvement de rotation prît une rapidité presque infinie, c'est-à-dire assez grande pour que l'effet de la force centrifuge devînt plus grand que celui de la force de la cohérence.

Or le refroidissement de la terre et des planètes, comme celui de tous les corps chauds, a commencé par la surface : les matières en fusion s'y sont consolidées dans un temps assez court. Dès que le grand feu dont elles étoient pénétrées s'est échappé, les parties de la matière, qu'il tenoit divisées, se sont rapprochées et réunies de plus près par leur attraction mutuelle : celles qui avoient assez de fixité pour soutenir la violence du feu ont formé des masses solides ; mais celles qui, comme l'air et l'eau, se raréfient ou se volatilisent par le feu ne pouvoient faire corps avec les autres ; elles en ont été séparées dans les premiers temps du refroidissement. Tous les élémens pouvant se transmuer et se convertir, l'instant de la consolidation des matières fixes fut aussi celui de la plus grande conversion des élémens et de la production des matières volatiles : elles étoient réduites en vapeurs et dispersées au loin, formant autour des planètes une espèce d'atmosphère semblable à celle du soleil ; car on sait que le corps de cet astre de feu est environné d'une sphère de vapeurs qui s'étend à des distances immenses, et peut-être jusqu'à l'orbe de la terre. L'existence réelle de cette atmosphère solaire est démontrée par un phénomène qui accompagne les éclipses totales du soleil. La lune en couvre alors à nos yeux le disque tout entier ; et néanmoins l'on voit encore un limbe ou grand cercle de vapeurs, dont la lumière est assez vive pour nous éclairer à peu près autant que celle de la lune : sans cela le globe terrestre seroit plongé dans l'obscurité la plus profonde pendant la durée de l'éclipse totale. On a observé que cette atmosphère solaire est plus dense dans ses parties voisines du soleil, et qu'elle devient d'autant plus rare et plus transparente qu'elle s'étend et s'éloigne davantage du corps de cet astre de feu : l'on ne peut donc pas douter que le soleil ne soit environné d'une sphère de matières aqueuses, aériennes, et volatiles, que sa violente chaleur tient suspendues et reléguées à des distances immenses, et que, dans le moment de la projection des planètes, le torrent des matières fixes sorties du corps du soleil, n'ait, en traversant son atmosphere, entraîné une grande quantité de ces matières volatiles dont elle est composée ; et ce sont ces mêmes matières volatiles, aqueuses, et aériennes, qui ont ensuite formé les atmosphères des planètes, lesquelles étoient semblables à l'atmosphère du soleil, tant que les planètes ont été, comme lui, dans un état de fusion ou de grande incandescence.

Toutes les planètes n'étoient donc alors que des masses de verre liquide, environnées d'une sphère de vapeurs. Tant qu'a duré cet état de fusion, et même long-temps après, les planètes étoient lumineuses par elles-mêmes, comme le sont tous les corps en incandescence ; mais, à mesure que les planètes prenoient de la consistance, elles perdoient de leur lumière : elles ne devinrent tout-à-fait obscures qu'après s'être consolidées jusqu'au centre, et long-temps après la consolidation de leur surface, comme l'on voit dans une masse de métal fondu la lumière et la rougeur subsister très-long-temps après la consolidation de sa surface. Et dans ce premier temps où les planètes brilloient de leurs propres feux elles devoient lancer des rayons, jeter des étincelles, faire des explosions, et ensuite souffrir,

de la terre étoit dans le rapport de 174 à 175, d'après la détermination faite par nos mathématiciens envoyés en Laponie et au Pérou ; mais, comme ils ont supposé une courbe régulière à la terre, j'ai averti que cette supposition étoit hypothétique, et par conséquent je ne me suis point arrêté à cette détermination. Je pense donc qu'on doit préférer le rapport de 229 à 230, tel qu'il a été déterminé par Newton, d'après sa théorie et les expériences du pendule, qui me paroissent être bien plus sûres que les mesures. C'est par cette raison que, dans les mémoires de la partie hypothétique, j'ai toujours supposé que le rapport des deux diamètres du sphéroïde terrestre étoit de 229 à 230. M. le docteur Irving, qui a accompagné M. Phipps dans son voyage au nord en 1773, a fait des expériences très exactes sur l'accélération du pendule au 79e degré 50 minutes, et il a trouvé que cette accélération étoit de 72 à 73 secondes en 24 heures, d'où il conclut que le diamètre à l'équateur est à l'axe de la terre comme 212 à 211. Ce savant voyageur ajoute, avec raison, que son résultat approche de celui de Newton beaucoup plus que celui de M. de Maupertuis, qui donne le rapport de 178 à 179, et plus aussi que celui de M. Bradley, qui, d'après les observations de M. Campbell, donne le rapport de 200 à 201 pour la différence des deux diamètres de la terre. (*Add. Buff.*)

en se refroidissant, différentes ébullitions, à mesure que l'eau, l'air et les autres matières qui ne peuvent supporter le feu, retomboient à leur surface : la production des élémens, et ensuite leur combat, n'ont pu manquer de produire des inégalités, des aspérités, des profondeurs, des hauteurs, des cavernes à la surface et dans les premières couches de l'intérieur de ces grandes masses; et c'est à cette époque que l'on doit rapporter la formation des plus hautes montagnes de la terre, de celles de la lune, et de toutes les aspérités ou inégalités qu'on aperçoit sur les planètes.

Représentons-nous l'état et l'aspect de notre univers dans son premier âge : toutes les planètes, nouvellement consolidées à la surface, étoient encore liquides à l'intérieur, et lançoient au dehors une lumière très-vive; c'étoient autant de petits soleils détachés du grand, qui ne lui cédoient que par le volume, et dont la lumière et la chaleur se répandoient de même. Ce temps d'incandescence a duré tant que la planète n'a pas été consolidée jusqu'au centre, c'est-à-dire environ 2936 ans pour la terre, 644 ans pour la lune, 2127 ans pour Mercure, 1130 ans pour Mars, 3596 ans pour Vénus, 5140 ans pour Saturne, et 9433 ans pour Jupiter.

Les satellites de ces deux grosses planètes, aussi bien que l'anneau qui environne Saturne, lesquels sont tous dans le plan de l'équateur de leur planète principale, avoient été projetés, dans le temps de la liquéfaction, par la force centrifuge de ces grosses planètes, qui tournent sur elles-mêmes avec une prodigieuse rapidité : la terre, dont la vitesse de rotation est d'environ 9000 lieues pour vingt-quatre heures, c'est-à-dire de six lieues un quart par minute, a, dans ce même temps, projeté hors d'elle les parties les moins denses de son équateur, lesquelles se sont rassemblées par leur attraction mutuelle à 85000 lieues de distance, où elles ont formé le globe de la lune. Je n'avance rien ici qui ne soit confirmé par le fait, lorsque je dis que ce sont les parties les moins denses qui ont été projetées, et qu'elles l'ont été de la région de l'équateur; car l'on sait que la densité de la lune est à celle de la terre comme 702 sont à 1000, c'est-à-dire de plus d'un tiers moindre; et l'on sait aussi que la lune circule autour de la terre dans un plan qui n'est éloigné que de 23 degrés de notre équateur, et que sa distance moyenne est d'environ 85000 lieues.

Dans Jupiter, qui tourne sur lui-même en dix heures, et dont la circonférence est onze fois plus grande que celle de la terre, et la vitesse de rotation de 165 lieues par minute, cette énorme force centrifuge a projeté un grand torrent de matière de différens degrés de densité, dans lequel se sont formés les quatre satellites de cette grosse planète, dont l'un, aussi petit que la lune, n'est qu'à 89500 lieues de distance, c'est-à-dire presque aussi voisin de Jupiter que la lune l'est de la terre; le second, dont la matière étoit un peu moins dense que celle du premier, et qui est environ gros comme Mercure, s'est formé à 141800 lieues; le troisième, composé de parties encore moins denses, et qui est à peu près grand comme Mars, s'est formé à 225800 lieues; et enfin le quatrième, dont la matière étoit la plus légère de toutes, a été projeté encore plus loin, et ne s'est rassemblé qu'à 397877 lieues; et tous les quatre se trouvent, à très-peu près, dans le plan de l'équateur de leur planète principale, et circulent dans le même sens autour d'elle [1]. Au reste, la matière qui compose le globe de Jupiter est elle-même beaucoup moins dense que celle de la terre. Les planètes voisines du soleil sont les plus denses; celles qui en sont les plus éloignées sont en même temps les plus légères : la densité de la terre est à celle de Jupiter comme 1000 sont à 292; et il est à présumer que la matière qui compose ses satellites est encore moins dense que celle dont il est lui-même composé [2].

Saturne, qui probablement tourne sur lui-même encore plus vite que Jupiter, a non seulement produit cinq satellites, mais encore un anneau qui, d'après mon hypothèse, doit être parallèle à son équateur, et qui l'environne comme un pont suspendu et continu à 54000 lieues de distance : cet anneau, beaucoup plus large qu'épais, est composé d'une matière solide, opaque, et semblable à celle des satellites; il s'est trouvé dans le même état de fusion, et ensuite d'incandescence. Chacun de ces vastes corps a conservé cette chaleur primitive, en rai-

1. M. Bailly a montré, par des raisons très-plausibles, tirées du mouvement des nœuds des satellites de Jupiter, que le premier de ses satellites circule dans le plan même de l'équateur de cette planète, et que les trois autres ne s'en écartent pas d'un degré. (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1766.)

2. J'ai, par analogie, donné aux satellites de Jupiter et de Saturne la même densité relative qui se trouve entre la terre et la lune, c'est-à-dire de 1000 à 702. (Voyez le premier mémoire *sur la température des planètes*.)

son composée de leur épaisseur et de leur densité; en sorte que l'anneau de Saturne, qui paroît être le moins épais de tous les corps célestes, est celui qui auroit perdu le premier sa chaleur propre, s'il n'eût pas tiré de très-grands supplémens de chaleur de Saturne même, dont il est fort voisin; ensuite la lune et les premiers satellites de Saturne et de Jupiter, qui sont les plus petits des globes planétaires, auroient perdu leur chaleur propre, dans des temps toujours proportionnels à leur diamètre; après quoi les plus gros satellites auroient de même perdu leur chaleur, et tous seroient aujourd'hui plus refroidis que le globe de la terre, si plusieurs d'entre eux n'avoient pas reçu de leur planète principale une chaleur immense dans les commencemens : enfin les deux grosses planètes, Saturne et Jupiter, conservent encore actuellement une très-grande chaleur en comparaison de celle de leurs satellites, et même de celle du globe de la terre.

Mars, dont la durée de rotation est de vingt-quatre heures quarante minutes, et dont la circonférence n'est que treize vingt-cinquièmes de celle de la terre, tourne une fois plus lentement que le globe terrestre, sa vitesse de rotation n'étant guère que de trois lieues par minute; par conséquent sa force centrifuge a toujours été moindre de plus de moitié que celle du globe terrestre : c'est par cette raison que Mars, quoique moins dense que la terre dans le rapport de 730 à 1000, n'a point de satellite.

Mercure, dont la densité est à celle de la terre comme 2040 sont à 1000, n'auroit pu produire un satellite que par une force centrifuge plus que double de celle du globe de la terre; mais, quoique la durée de sa rotation n'ait pu être observée par les astronomes, il est plus que probable qu'au lieu d'être double de celle de la terre, elle est, au contraire, beaucoup moindre. Ainsi l'on peut croire avec fondement que Mercure n'a point de satellite.

Vénus pourroit en avoir un; car, étant un peu moins épaisse que la terre dans la raison de 17 à 18, et tournant un peu plus vite dans le rapport de 23 heures 20 minutes à 23 heures 56 minutes, sa vitesse est de plus de six lieues trois quarts par minute, et par conséquent sa force centrifuge d'environ un treizième plus grande que celle de la terre. Cette planète auroit donc pu produire un ou deux satellites dans le temps de sa liquéfaction, si sa densité plus grande que celle de la terre, dans la raison de 1270 à 1000, c'est-à-dire de plus de 5 contre 4, ne se fût pas opposée à la séparation et à la projection de ses parties même les plus liquides; et ce pourroit être par cette raison que Vénus n'auroit point de satellite, quoiqu'il y ait des observateurs qui prétendent en avoir aperçu un autour de cette planète.

A tous ces faits que je viens d'exposer on doit en ajouter un qui m'a été communiqué par M. Bailly, savant physicien astronome de l'Académie des Sciences. La surface de Jupiter est, comme l'on sait, sujette à des changemens sensibles, qui semblent indiquer que cette grosse planète est encore dans un état d'inconstance et de bouillonnement. Prenant donc, dans mon système de l'incandescence générale et du refroidissement des planètes, les deux extrêmes, c'est-à-dire Jupiter comme le plus gros, et la lune comme le plus petit de tous les corps planétaires, il se trouve que le premier, qui n'a pas eu encore le temps de se refroidir et de prendre une consistance entière, nous présente à sa surface les effets du mouvement intérieur dont il est agité par le feu, tandis que la lune, qui, par sa petitesse, a dû se refroidir en peu de siècles, ne nous offre qu'un calme parfait, c'est-à-dire une surface qui est toujours la même, et sur laquelle l'on n'aperçoit ni mouvement ni changement. Ces deux faits, connus des astronomes, se joignent aux autres analogies que j'ai présentées sur ce sujet, et ajoutent un petit degré de plus à la probabilité de mon hypothèse.

Par la comparaison que nous avons faite de la chaleur des planètes à celle de la terre, on a vu que le temps de l'incandescence pour le globe terrestre a duré deux mille neuf cent trente-six ans; que celui de sa chaleur, au point de ne pouvoir le toucher, a été de trente-quatre mille deux cent soixante-dix ans, ce qui fait en tout trente-sept mille deux cent six ans; et que c'est là le premier moment de la naissance possible de la nature vivante. Jusqu'alors les élémens de l'air et de l'eau étoient encore confondus, et ne pouvoient se séparer ni s'appuyer sur la surface brûlante de la terre, qui les dissipoit en vapeurs; mais, dès que cette ardeur se fut attiédie, une chaleur bénigne et féconde succéda par degrés au feu dévorant qui s'opposoit à toute production, et même à l'établissement des élémens. Celui du feu, dans ce premier temps, s'étoit pour ainsi dire emparé des trois autres, aucun n'existoit à part : la terre, l'air, et l'eau, pétris de feu et confondus ensemble, n'offroient,

au lieu de leurs formes distinctes, qu'une masse brûlante environnée de vapeurs enflammées. Ce n'est donc qu'après trente-sept mille ans que les gens de la terre doivent dater les actes de leur monde, et compter les faits de la nature organisée.

Il faut rapporter à cette première époque ce que j'ai écrit de l'état du ciel, dans mes mémoires sur la température des planètes. Toutes, au commencement, étoient brillantes et lumineuses; chacune formoit un petit soleil [1], dont la chaleur et la lumière ont diminué peu à peu et se sont dissipées successivement dans le rapport des temps, que j'ai ci-devant indiqué, d'après mes expériences sur le refroidissement des corps en général, dont la durée est toujours à très-peu près proportionnelle à leurs diamètres et à leur densité [2].

Les planètes, ainsi que leurs satellites, se sont donc refroidies les unes plus tôt et les autres plus tard, et, en perdant partie de leur chaleur, elles ont perdu toute leur lumière propre. Le soleil seul s'est maintenu dans sa splendeur, parce qu'il est le seul autour duquel circulent un assez grand nombre de corps pour en entretenir la lumière, la chaleur et le feu.

Mais sans insister plus long-temps sur ces objets, qui paroissent si loin de notre vue, rabaissons-la sur le seul globe de la terre. Passons à la seconde époque, c'est-à-dire au temps où la matière qui le compose, s'étant consolidée, a formé les grandes masses de matières vitrescibles.

Je dois seulement répondre à une espèce d'objection que l'on m'a deja faite sur la très-longue durée des temps. Pourquoi nous jeter, m'a-t-on dit, dans un espace aussi vague qu'une durée de cent soixante-huit mille ans? car, à la vue de votre tableau, la terre est âgée de soixante-quinze mille ans, et la nature vivante doit subsister encore pendant quatre-vingt-treize mille ans : est-il aisé, est-il même possible de se former une idée du tout ou des parties d'une aussi longue suite de siècles? Je n'ai d'autre réponse que l'exposition des monumens et la considération des ouvrages de la nature : j'en donnerai le détail et les dates dans les époques qui vont suivre celle-ci, et l'on verra que bien loin d'avoir augmenté sans nécessité la durée du temps, je l'ai peut-être beaucoup trop raccourcie.

Eh! pourquoi l'esprit humain semble-t-il se perdre dans l'espace de la durée plutôt que dans celui de l'étendue, ou dans la considération des mesures, des poids, et des nombres? pourquoi cent mille ans sont-ils plus difficiles à concevoir et à compter que cent mille livres de monnoie? Seroit-ce parce que la somme du temps ne peut se palper ni se réaliser en espèces visibles? ou plutôt n'est-ce pas qu'étant accoutumés par notre trop courte existence à regarder cent ans comme une grosse somme de temps, nous avons peine à nous former une idée de mille ans, et ne pouvons plus nous représenter dix mille ans, ni même en concevoir cent mille? Le seul moyen est de diviser en plusieurs parties ces longues périodes de temps, de comparer par la vue de l'esprit la durée de chacune de ces parties avec les grands effets et surtout avec les constructions de la nature, se faire des aperçus sur le nombre des siècles qu'il a fallu pour produire tous les animaux à coquilles dont la terre est remplie, ensuite sur le nombre encore plus grand des siècles qui se sont écoulés pour le transport et le dépôt de ces coquilles et de leurs détrimens, enfin sur le nombre des autres siècles subséquens, nécessaires à la pétrification et au dessèchement de ces matières; et dès lors on sentira que cette énorme durée de soixante-quinze mille ans, que j'ai comptés depuis la formation de la terre jusqu'à son état actuel, n'est pas encore assez étendue pour tous les grands ouvrages de la nature, dont la construction nous démontre qu'ils n'ont pu se faire que par une succession lente de mouvemens réglés et constans.

Pour rendre cet aperçu plus sensible, donnons un exemple; cherchons combien il a fallu de temps pour la construction d'une colline d'argile de mille toises de hauteur. Les sédimens successifs des eaux ont formé toutes les couches dont la colline est composée depuis la base jusqu'à son sommet. Or nous pouvons juger du dépôt successif et journalier des eaux par les feuillets des ardoises; ils sont si minces qu'on peut en compter une douzaine dans une ligne d'épaisseur. Supposons donc que chaque marée dépose un sédiment d'un douzième de ligne d'épaisseur, c'est-à-dire d'un sixième de ligne chaque jour : le dépôt augmentera d'une ligne en six jours, de six lignes en trente-six jours, et par conséquent d'environ

1. Jupiter, lorsqu'il est le plus près de la terre, nous paroît sous un angle de 59 ou 60 secondes; il formoit donc un soleil dont le diamètre n'étoit que trente-une fois plus petit que celui de notre soleil.

2. Voyez le premier et le second mémoire *sur les progrès de la chaleur*, et les recherches *sur la température des planètes*.

cinq pouces en un an; ce qui donne plus de quatorze mille ans pour le temps nécessaire à la composition d'une colline de glaise de mille toises de hauteur : ce temps paroîtra même trop court si on le compare avec ce qui se passe sous nos yeux sur certains rivages de la mer, où elle dépose des limons et des argiles, comme sur les côtes de Normandie [1]; car le dépôt n'augmente qu'insensiblement et de beaucoup moins de cinq pouces par an. Et si cette colline d'argile est couronnée de rochers calcaires, la durée du temps, que je réduis à quatorze mille ans, ne doit-elle pas être augmentée de celui qui a été nécessaire pour le transport des coquillages dont la colline est surmontée? et cette durée si longue n'a-t-elle pas encore été suivie du temps nécessaire à la pétrification et au desséchement de ces sédimens, et encore d'un temps tout aussi long pour la figuration de la colline par angles saillans et rentrans? J'ai cru devoir entrer d'avance dans ce détail, afin de démontrer qu'au lieu de reculer trop loin les limites de la durée, je les ai rapprochées autant qu'il m'a été possible, sans contredire évidemment les faits consignés dans les archives de la nature.

1. Chaque marée montante apporte et répand sur tout le rivage un limon impalpable, qui ajoute une nouvelle feuille aux anciennes, d'où résulte, par la succession des temps, un schiste tendre et feuilleté. (*Add. Buff.*)

SECONDE ÉPOQUE.

Lorsque la matière, s'étant consolidée, a formé la roche intérieure du globe, ainsi que les grandes masses vitrescibles qui sont à sa surface.

On vient de voir que, dans notre hypothèse, il a dû s'écouler deux mille neuf cent trente-six ans avant que le globe terrestre ait pu prendre toute sa consistance, et que sa masse entière se soit consolidée jusqu'au centre. Comparons les effets de cette consolidation du globe de la terre en fusion à ce que nous voyons arriver à une masse de métal ou de verre fondu, lorsqu'elle commence à se refroidir : il se forme à la surface de ces masses des trous, des ondes, des aspérités; et au dessous de la surface il se fait des vides, des cavités, des boursouflures, lesquelles peuvent nous représenter ici les premières inégalités qui se sont trouvées sur la surface de la terre et les cavités de son intérieur : nous aurons dès lors une idée du grand nombre de montagnes, de vallées, de cavernes, et d'anfractuosités, qui se sont formées dès ce premier temps dans les couches extérieures de la terre. Notre comparaison est d'autant plus exacte que les montagnes les plus élevées, que je suppose de trois mille ou trois mille cinq cents toises de hauteur, ne sont, par rapport au diamètre de la terre, que ce qu'un huitième de ligne est par rapport au diamètre d'un globe de deux pieds. Ainsi ces chaînes de montagnes qui nous paroissent si prodigieuses tant par le volume que par la hauteur, ces vallées de la mer qui semblent être des abîmes de profondeur, ne sont, dans la réalité, que de légères inégalités proportionnées à la grosseur du globe, et qui ne pouvoient manquer de se former lorsqu'il prenoit sa consistance : ce sont des effets naturels produits par une cause tout aussi naturelle et fort simple, c'est-à-dire par l'action du refroidissement sur les matières en fusion lorsqu'elles se consolident à la surface.

C'est alors que se sont formés les élémens par le refroidissement et pendant ses progrès : car à cette époque, et même longtemps après, tant que la chaleur excessive a duré, il s'est fait une séparation et même une projection de toutes les parties volatiles, telles que l'eau, l'air, et les autres substances que la grande chaleur chasse au dehors, et qui ne peuvent exister que dans une région plus tempérée que ne l'étoit alors la surface de la terre. Toutes ces matières volatiles s'étendoient donc autour du globe en forme d'atmosphère à une grande distance où la chaleur étoit moins forte, tandis que les matières fixes, fondues et vitrifiées, s'étant consolidées, formèrent la roche intérieure du globe et le noyau des grandes montagnes, dont les sommets, les masses intérieures, et les bases, sont en effet composés de matières vitrescibles. Ainsi le premier établissement local des grandes chaînes de montagnes appartient à cette seconde époque, qui a précédé de plusieurs siècles celle de la formation des montagnes calcaires, lesquelles n'ont existé qu'après l'établissement des eaux, puisque leur composition suppose la production des coquillages et des autres substances que la mer fomente et nourrit. Tant que la surface du globe n'a pas été refroidie au point de permettre à l'eau d'y séjourner sans s'exhaler en vapeurs, toutes nos mers étoient dans l'atmosphère; elles n'ont pu tomber et s'établir sur la terre qu'au moment où sa surface s'est trouvée assez attiédie pour ne plus rejeter l'eau par une trop forte ébullition. Et ce temps de l'établissement des eaux sur la surface du globe n'a précédé que de peu de siecles le moment où l'on auroit pu toucher cette surface sans se brûler; de sorte qu'en comptant soixante-quinze mille ans depuis la formation de la terre, et la moitié de ce temps pour son refroidissement au point de pouvoir la toucher, il s'est peut-être passé vingt-cinq mille des premières années avant que l'eau, toujours rejetée dans l'atmosphère, ait pu s'établir à demeure sur la surface du globe; car, quoiqu'il y ait une assez grande différence entre le degré auquel l'eau chaude cesse de nous offenser et celui où elle entre en ébullition, et qu'il y ait encore une distance considérable entre ce premier degré d'ébullition et celui où elle se disperse subitement en vapeurs, on peut néanmoins assurer que cette différence de

temps ne peut pas être plus grande que je l'admets ici.

Ainsi, dans ces premières vingt-cinq mille années, le globe terrestre, d'abord lumineux et chaud comme le soleil, n'a perdu que peu à peu sa lumière et son feu : son état d'incandescence a duré pendant deux mille neuf cent trente-six ans, puisqu'il a fallu ce temps pour qu'il ait été consolidé jusqu'au centre. Ensuite les matières fixes dont il est composé sont devenues encore plus fixes en se resserrant de plus en plus par le refroidissement; elles ont pris peu à peu leur nature et leur consistance telle que nous la reconnoissons aujourd'hui dans la roche du globe et dans les hautes montagnes qui ne sont en effet composées, dans leur intérieur et jusqu'à leur sommet, que de matières de la même nature. Ainsi leur origine date de cette même époque.

C'est aussi dans les premiers trente-sept mille ans que se sont formés, par la sublimation, toutes les grandes veines et les gros filons de mines où se trouvent les métaux. Les substances métalliques ont été séparées des autres matières vitrescibles par la chaleur longue et constante qui les a sublimées et poussées de l'intérieur de la masse du globe dans toutes les éminences de sa surface, où le resserrement des matières causé par un plus prompt refroidissement laissoit des fentes et des cavités qui ont été incrustées et quelquefois remplies par ces substances métalliques que nous y trouvons aujourd'hui [1]; car il faut, à l'égard de l'origine des mines, faire la même distinction que nous avons indiquée pour l'origine des matières vitrescibles et des matières calcaires, dont les premières ont été produites par l'action du feu, et les autres par l'intermède de l'eau. Dans les mines métalliques, les principaux filons, ou, si l'on veut, les masses primordiales ont été produites par la fusion et par la sublimation, c'est-à-dire par l'action du feu; et les autres mines, qu'on doit regarder comme des filons secondaires et parasites, n'ont été produites que postérieurement par le moyen de l'eau. Ces filons principaux, qui semblent présenter les troncs des arbres métalliques, ayant tous été formés soit par la fusion, dans le temps du feu primitif, soit par la sublimation, dans les temps subséquens, ils se sont trouvés et se trouvent encore aujourd'hui dans les fentes perpendiculaires des hautes montagnes; tandis que c'est au pied de ces mêmes montagnes que gisent les petits filons, que l'on prendroit d'abord pour les rameaux de ces arbres métalliques, mais dont l'origine est néanmoins bien différente; car ces mines secondaires n'ont pas été formées par le feu, elles ont été produites par l'action successive de l'eau, qui, dans des temps postérieurs aux premiers, a détaché de ces anciens filons des particules minérales, qu'elle a charriées et déposées sous différentes formes, et toujours au dessous des filons primitifs [2].

Ainsi la production de ces mines secondaires étant bien plus récente que celle des mines primordiales, et supposant le concours et l'intermède de l'eau, leur formation doit, comme celle des matières calcaires, se rapporter à des époques subséquentes, c'est-à-dire au temps où la chaleur brûlante s'étant attiédie, la température de la surface de la terre a permis aux eaux de s'établir, et ensuite au temps où ces mêmes eaux ayant laissé nos continens à découvert, les vapeurs ont commencé à se condenser contre les montagnes, pour y produire des sources d'eau courante. Mais, avant ce second et ce troisième temps, il y a eu d'autres grands effets que nous devons indiquer.

Représentons-nous, s'il est possible, l'aspect qu'offroit la terre à cette seconde époque, c'est-à-dire immédiatement après que sa surface eut pris de la consistance, et avant que la grande chaleur permît à l'eau d'y séjourner, ni même de tomber de l'atmosphère : les plaines, les montagnes, ainsi que l'intérieur du globe, étoient également et uniquement composés de matières fondues par le feu, toutes vitrifiées, toutes de la même nature. Qu'on se figure pour un instant la surface actuelle du globe, dépouillée de toutes ses mers, de toutes ses collines calcaires, ainsi que de toutes ses couches horizontales de pierre, de craie, de tuf, de terre végétale, d'argile, en un mot de toutes les matières liquides ou solides qui ont été formées ou déposées par les eaux : quelle seroit cette surface après l'enlèvement de ces immenses déblais? Il ne resteroit que le squelette de la terre, c'est-à-dire la roche vitrescible qui en constitue la masse intérieure; il resteroit les fentes perpendiculaires produites dans le temps de la consolidation, augmentées, élargies par le refroidissement; il resteroit les métaux et les minéraux fixes, qui, séparés de la roche vitrescible par l'action du feu, ont rempli, par fusion ou par sublimation, les fentes perpendicu-

1. Voyez les *Additions de Buffon*, page 109

2. Voyez les *Additions de Buffon*, page 110.

laires de ces prolongemens de la roche intérieure du globe; et enfin il resteroit les trous, les anfractuosités, et toutes les cavités intérieures de cette roche qui en est la base, et qui sert de soutien à toutes les matières terrestres amenées ensuite par les eaux.

Et comme ces fentes occasionées par le refroidissement coupent et tranchent le plan vertical des montagnes non seulement de haut en bas, mais de devant en arrière, ou d'un côté à l'autre, et que dans chaque montagne elles ont suivi la direction générale de sa première forme, il en a résulté que les mines, surtout celles des métaux précieux, doivent se chercher à la boussole, en suivant toujours la direction qu'indique la découverte du premier filon; car dans chaque montagne les fentes perpendiculaires qui la traversent sont à peu près parallèles: néanmoins il n'en faut pas conclure, comme l'ont fait quelques minéralogistes, qu'on doive toujours chercher les métaux dans la même direction, par exemple sur la ligne de onze heures ou sur celle de midi; car souvent une mine de midi ou de onze heures se trouve coupée par un filon de huit ou neuf heures, etc., qui étend des rameaux sous différentes directions; et d'ailleurs on voit que, suivant la forme différente de chaque montagne, les fentes perpendiculaires la traversent, à la vérité, parallèlement entre elles, mais que leur direction, quoique commune dans le même lieu, n'a rien de commun avec la direction des fentes perpendiculaires d'une autre montagne, à moins que cette seconde montagne ne soit parallèle à la première.

Les métaux et la plupart des minéraux métalliques sont donc l'ouvrage du feu, puisqu'on ne les trouve que dans les fentes de la roche vitrescible, et que, dans ces mines primordiales, l'on ne voit jamais ni coquilles ni aucun autre débris de la mer mélangés avec elles. Les mines secondaires, qui se trouvent au contraire, et en petite quantité, dans les pierres calcaires, dans les schistes, dans les argiles, ont été formées postérieurement, aux dépens des premières et par l'intermède de l'eau. Les paillettes d'or et d'argent que quelques rivières charrient viennent certainement de ces premiers filons métalliques renfermés dans les montagnes supérieures: des particules métalliques encore plus petites et plus ténues peuvent, en se rassemblant, former de nouvelles petites mines des mêmes métaux; mais ces mines parasites, qui prennent mille formes différentes, appartiennent, comme je l'ai dit, à des temps bien modernes en comparaison de celui de la formation des premiers filons qui ont été produits par l'action du feu primitif. L'or et l'argent, qui peuvent demeurer très-long-temps en fusion sans être sensiblement altérés, se présentent souvent sous leur forme native: tous les autres métaux ne se présentent communément que sous une forme minéralisée, parce qu'ils ont été formés plus tard par la combinaison de l'air et de l'eau qui sont entrés dans leur composition. Au reste, tous les métaux sont susceptibles d'être volatilisés par le feu à différens degrés de chaleur; en sorte qu'ils se sont sublimés successivement pendant le progrès du refroidissement.

On peut penser que s'il se trouve moins de mines d'or et d'argent dans les terres septentrionales que dans les contrées du du midi, c'est que communément il n'y a dans les terres du nord que de petites montagnes en comparaison de celles des pays méridionaux: la matière primitive, c'est-à-dire la roche vitreuse, dans laquelle seule se sont formés l'or et l'argent, est bien plus abondante, bien plus élevée, bien plus découverte, dans les contrées du midi. Ces métaux précieux paroissent être le produit immédiat du feu: les gangues et les autres matières qui les accompagnent dans leur mine sont elles-mêmes des matières vitrescibles; et comme les veines de ces métaux se sont formées soit par la fusion, soit par la sublimation, dans les premiers temps du refroidissement, ils se trouvent en plus grande quantité dans les hautes montagnes du midi. Les métaux moins parfaits, tels que le fer et le cuivre, qui sont moins fixes au feu, parce qu'ils contiennent des matières que le feu peut volatiliser plus aisément, se sont formés dans des temps postérieurs: aussi les trouve-t-on en bien plus grande quantité dans les pays du nord que dans ceux du midi. Il semble même que la nature ait assigné aux différens climats du globe les différens métaux; l'or et l'argent aux régions les plus chaudes, le fer et le cuivre aux pays les plus froids, et le plomb et l'étain aux contrées tempérées: il semble de même qu'elle ait établi l'or et l'argent dans les plus hautes montagnes, le fer et le cuivre dans les montagnes médiocres, et le plomb et l'étain dans les plus basses. Il paroît encore que, quoique ces mines primordiales des différens métaux se trouvent toutes dans la roche vitrescible, celles d'or et d'argent sont quelquefois mélangées d'autres

métaux ; que le fer et le cuivre sont souvent accompagnés de matières qui supposent l'intermède de l'eau, ce qui semble prouver qu'ils n'ont pas été produits en même temps ; et à l'égard de l'étain, du plomb, et du mercure, il y a des différences qui semblent indiquer qu'ils ont été produits dans des temps très-différens. Le plomb est le plus vitrescible de tous les métaux, et l'étain l'est le moins : le mercure est le plus volatil de tous ; et cependant il ne diffère de l'or, qui est le plus fixe de tous, que par le degré de feu que leur sublimation exige ; car l'or, ainsi que tous les autres métaux, peuvent également être volatilisés par une plus ou moins grande chaleur. Ainsi tous les métaux ont été sublimés et volatilisés successivement pendant le progrès du refroidissement. Et comme il ne faut qu'une très-légère chaleur pour volatiliser le mercure, et qu une chaleur médiocre suffit pour fondre l'étain et le plomb, ces deux métaux sont demeurés liquides et coulans bien plus long-temps que les quatre premiers; et le mercure l'est encore, parce que la chaleur actuelle de la terre est plus que suffisante pour le tenir en fusion : il ne deviendra solide que quand le globe sera refroidi d'un cinquième de plus qu'il ne l'est aujourd'hui, puisqu'il faut 197 degrés au dessous de la température actuelle de la terre pour que ce métal fluide se consolide ; ce qui fait à peu près la cinquième partie des 1000 degrés au dessous de la congélation.

Le plomb, l'étain, et le mercure, ont donc coulé successivement, par leur fluidité, dans les parties les plus basses de la roche du globe, et ils ont été, comme tous les autres métaux, sublimés dans les fentes des montagnes élevées. Les matières ferrugineuses qui pouvoient supporter une très-violente chaleur, sans se fondre assez pour couler, ont formé, dans les pays du nord, des amas métalliques si considérables, qu'il s'y trouve des montagnes entières de fer [1], c'est-à-dire d'une pierre vitrescible ferrugineuse, qui rend souvent soixante-dix livres de fer par quintal : ce sont là les mines de fer primitives; elles occupent de très-vastes espaces dans les contrées de notre nord ; et leur substance n'étant que du fer produit par l'action du feu, ces mines sont demeurées susceptibles de l'attraction magnétique, comme le sont toutes les matières ferrugineuses qui ont subi le feu.

L'aimant est de cette même nature ; ce n'est qu'une pierre ferrugineuse, dont il se trouve de grandes masses et même des montagnes dans quelques contrées, et particulièrement dans celles de notre nord [2] : c'est par cette raison que l'aiguille aimantée se dirige toujours vers ces contrées, où toutes les mines de fer sont magnétiques. Le magnétisme est un effet constant de l'électricité constante, produite par la chaleur intérieure et par la rotation du globe ; mais s'il dépendoit uniquement de cette cause générale, l'aiguille aimantée pointeroit toujours et partout directement au pôle : or les différentes déclinaisons suivant les différens pays, quoique sous le même parallèle, démontrent que le magnétisme particulier des montagnes de fer et d'aimant influe considérablement sur la direction de l'aiguille, puisqu'elle s'écarte plus ou moins à droite ou à gauche du pôle, selon le lieu où elle se trouve, et selon la distance plus ou moins grande de ces montagnes de fer.

Mais revenons à notre objet principal, à la topographie du globe antérieure à la chute des eaux. Nous n'avons que quelques indices encore subsistans de la première forme de sa surface ; les plus hautes montagnes, composées de matières vitrescibles, sont les seuls témoins de cet ancien état : elles étoient alors encore plus élevées qu'elles ne le sont aujourd'hui; car, depuis ce temps, et après l'établissement des eaux, les mouvemens de la mer, et ensuite les pluies, les vents, les gelées, les courans d'eau, la chute des torrens, enfin toutes les injures des élémens de l'air et de l'eau, et les secousses des mouvemens souterrains, n'ont pas cessé de les dégrader, de les trancher, et même d'en renverser les parties les moins solides ; et nous ne pouvons douter que les vallées qui sont au pied de ces montagnes ne fussent bien plus profondes qu'elles ne le sont aujourd'hui.

Tâchons de donner un aperçu plutôt qu'une énumération de ces éminences primitives du globe. 1° La chaîne des Cordilières ou des montagnes de l'Amérique, qui s'étend depuis la pointe de la Terre-de-Feu jusqu'au nord du Nouveau-Mexique, et aboutit enfin à des régions septentrionales que l'on n'a pas encore reconnues. On peut regarder cette chaîne de montagnes comme continue dans une longueur de plus de 120 degrés, c'est-à-dire de trois mille lieues; car le détroit de Magellan n'est qu'une coupure accidentelle et postérieure à l'établissement local de cette chaîne.

1. Voyez les *Additions de Buffon*, page 111.

2. Voyez les *Additions de Buffon*, page 111.

dont les plus hauts sommets sont dans la contrée du Pérou, et se rabaissent à peu près également vers le nord et vers le midi : c'est donc sous l'équateur même que se trouvent les parties les plus élevées de cette chaîne primitive des plus hautes montagnes du monde; et nous observerons, comme chose remarquable, que de ce point de l'équateur elles vont en se rabaissant à peu près également vers le nord et vers le midi, et aussi qu'elles arrivent à peu près à la même distance, c'est-à-dire à quinze cents lieues de chaque côté de l'équateur; en sorte qu'il ne reste à chaque extrémité de cette chaîne de montagnes qu'environ 30 degrés, c'est-à-dire sept cent cinquante lieues de mer ou de terre inconnue vers le pôle austral, et un égal espace dont on a reconnu quelques côtes vers le pôle boréal. Cette chaîne n'est pas précisément sous le même méridien, et ne forme pas une ligne droite ; elle se courbe d'abord vers l'est, depuis Baldivia jusqu'à Lima, et sa plus grande déviation se trouve sous le tropique du Capricorne; ensuite elle avance vers l'ouest, retourne à l'est, auprès de Popayan, et de là se courbe fortement vers l'ouest, depuis Panama jusqu'à Mexico; après quoi elle retourne vers l'est, depuis Mexico jusqu'à son extrémité, qui est à 30 degrés du pôle, et qui aboutit à peu près aux îles découvertes par de Fonte. En considérant la situation de cette longue suite de montagnes, on doit observer encore, comme chose très-remarquable, qu'elles sont toutes bien plus voisines des mers de l'Occident que de celles de l'Orient. 2° Les montagnes d'Afrique, dont la chaîne principale, appelée par quelques auteurs *l'épine du monde*, est aussi fort élevée, et s'étend du sud au nord, comme celle des Cordilières en Amérique. Cette chaîne, qui forme en effet l'épine du dos de l'Afrique, commence au cap de Bonne-Espérance, et court presque sous le même méridien jusqu'à la mer Méditerranée, vis-à-vis la pointe de la Morée. Nous observerons encore, comme chose très-remarquable, que le milieu de cette grande chaîne de montagnes, longue d'environ quinze cents lieues, se trouve précisément sous l'équateur, comme le point milieu des Cordilières; en sorte qu'on ne peut guère douter que les parties les plus élevées des grandes chaînes de montagnes en Afrique et en Amérique ne se trouvent également sous l'équateur.

Dans ces deux parties du monde, dont l'équateur traverse assez exactement les continens, les principales montagnes sont donc dirigées du sud au nord; mais elles jettent des branches très-considérables vers l'orient et vers l'occident. L'Afrique est traversée de l'est à l'ouest par une longue suite de montagnes, depuis le cap Guardafui jusqu'au îles du cap Vert : le mont Atlas la coupe aussi d'orient en occident. En Amérique, un premier rameau des Cordilières traverse les terres Magellaniques de l'est à l'ouest; un autre s'étend à peu près dans la même direction au Paraguay et dans toute la largeur du Brésil; quelques autres branches s'étendent depuis Popayan dans la Terre-Ferme, et jusque dans la Guiane : enfin, si nous suivons toujours cette grande chaîne de montagnes, il nous paroîtra que la péninsule d'Yucatan, les îles de Cuba, de la Jamaïque, de Saint-Domingue, Porto-Rico, et toutes les Antilles, n'en sont qu'une branche, qui s'étend du sud au nord, depuis Cuba et la pointe de la Floride, jusqu'aux lacs du Canada, et de là court de l'est à l'ouest pour rejoindre l'extrémité des Cordilières, au delà des lacs Sioux. 3° Dans le grand continent de l'Europe et de l'Asie, qui non seulement n'est pas, comme ceux de l'Amérique et de l'Afrique, traversé par l'équateur, mais en est même fort éloigné, les chaînes des principales montagnes, au lieu d'être dirigées du sud au nord, le sont d'occident en orient. La plus longue de ces chaînes commence au fond de l'Espagne, gagne les Pyrénées, s'étend en France par l'Auvergne et le Vivarais, passe ensuite par les Alpes, en Allemagne, en Grèce, en Crimée, et atteint le Caucase, le Taurus, l'Imaüs, qui environnent la Perse, Cachemire, et le Mogol au nord, jusqu'au Thibet, d'où elle s'étend dans la Tartarie chinoise, et arrive vis-à-vis la terre d'Yeço. Les principales branches que jette cette chaîne principale sont dirigées du nord au sud en Arabie, jusqu'au détroit de la mer Rouge; dans l'Indostan, jusqu'au cap Comorin; du Thibet, jusqu'à la pointe de Malaca. Ces branches ne laissent pas de former des suites de montagnes particulières dont les sommets sont fort élevés. D'autre côté, cette chaîne principale jette du sud au nord quelques rameaux, qui s'étendent depuis les Alpes du Tyrol jusqu'en Pologne ; ensuite, depuis le mont Caucase jusqu'en Moscovie, et depuis Cachemire jusqu'en Sibérie; et ces rameaux, qui sont du sud au nord de la chaîne principale, ne présentent pas des montagnes aussi élevées que celles des branches de cette même chaîne qui s'étendent du nord au sud.

Voilà donc, à peu près, la topographie

de la surface de la terre, dans le temps de notre seconde époque, immédiatement après la consolidation de la matière. Les hautes montagnes que nous venons de désigner sont les éminences primitives, c'est-à-dire les aspérités produites à la surface du globe au moment qu'il a pris sa consistance; elles doivent leur origine à l'effet du feu, et sont aussi, par cette raison, composées, dans leur intérieur et jusqu'à leurs sommets, de matières vitrescibles : toutes tiennent par leur base à la roche intérieure du globe, qui est de même nature. Plusieurs autres éminences moins élevées ont traversé dans ce même temps et presque en tous sens, la surface de la terre; et l'on peut assurer que, dans tous les lieux où l'on trouve des montagnes de roc vif ou de toute autre matière solide et vitrescible, leur origine et leur établissement local ne peuvent être attribués qu'à l'action du feu et aux effets de la consolidation, qui ne se fait jamais sans laisser des inégalités sur la superficie de toute masse de matière fondue.

En même temps que ces causes ont produit des éminences et des profondeurs à la surface de la terre, elles ont aussi formé des boursouflures et des cavités à l'intérieur, surtout dans les couches les plus extérieures. Ainsi le globe, dès le temps de cette seconde époque, lorsqu'il eut pris sa consistance, et avant que les eaux y fussent établies, présentoit une surface hérissée de montagnes et sillonnée de vallées : mais toutes les causes subséquentes et postérieures à cette époque ont concouru à combler toutes les profondeurs extérieures, et même les cavités intérieures. Ces causes subséquentes ont aussi altéré presque partout la forme de ces inégalités primitives; celles qui ne s'élevoient qu'à une hauteur médiocre ont été, pour la plupart, recouvertes dans la suite par les sédimens des eaux, et toutes ont été environnées à leurs bases jusqu'à de grandes hauteurs de ces mêmes sédimens. C'est par cette raison que nous n'avons d'autres témoins apparens de la première forme de la surface de la terre que les montagnes composées de matières vitrescibles dont nous venons de faire l'énumération : cependant ces témoins sont sûrs et suffisans; car, comme les plus hauts sommets de ces premières montagnes n'ont peut-être jamais été surmontés par les eaux, ou du moins qu'ils ne l'ont été que pendant un petit temps, attendu qu'on n'y trouve aucun débris des productions marines, et qu'ils ne sont composés que de matières vitrescibles, on ne peut pas douter qu'ils ne doivent leur origine au feu, et que ces éminences, ainsi que la roche intérieure du globe, ne fassent ensemble un corps continu de même nature, c'est-à-dire de matières vitrescibles, dont la formation a précédé celle de toutes les autres matières.

En tranchant le globe par l'équateur, et comparant les deux hémisphères, on voit que celui de nos continens contient à proportion beaucoup plus de terres que l'autre; car l'Asie seule est plus grande que les parties de l'Amérique, de l'Afrique, de la Nouvelle-Hollande, et de tout ce qu'on a découvert de terres au delà. Il y avoit donc moins d'éminences et d'aspérités sur l'hémisphère austral que sur le boréal, dès le temps même de la consolidation de la terre; et si l'on considère pour un instant ce gisement général des terres et des mers, on reconnoîtra que tous les continens vont en se rétrécissant du côté du midi, et qu'au contraire toutes les mers vont en s'élargissant vers ce même côté du midi. La pointe étroite de l'Amérique méridionale, celle de Californie, celle du Groenland, la pointe de l'Afrique, celle des deux presqu'îles de l'Inde, et enfin celle de la Nouvelle-Hollande, démontrent évidemment ce rétrécissement des terres et cet élargissement des mers vers les régions australes. Cela semble indiquer que la surface du globe a eu originairement de plus profondes vallées dans l'hémisphère austral, et des éminences en plus grand nombre dans l'hémisphère boréal. Nous tirerons bientôt quelques inductions de cette disposition générale des continens et des mers.

La terre, avant d'avoir reçu les eaux, étoit donc irrégulièrement hérissée d'aspérités, de profondeurs, et d'inégalités semblables à celles que nous voyons sur un bloc de métal ou de verre fondu; elle avoit de même des boursouflures et des cavités intérieures, dont l'origine, comme celle des inégalités extérieures, ne doit être attribuée qu'aux effets de la consolidation. Les plus grandes éminences, profondeurs extérieures, et cavités intérieures, se sont trouvées dès lors, et se trouvent encore aujourd'hui sous l'équateur entre les deux tropiques, parce que cette zone de la surface du globe est la dernière qui s'est consolidée, et que c'est dans cette zone où le mouvement de rotation étant le plus rapide, il aura produit les plus grands effets; la matière en fusion s'y étant élevée plus que partout ailleurs, et s'étant refroidie la dernière, il a dû s'y former plus d'inégalités que dans toutes les autres

parties du globe où le mouvement de rotation étoit plus lent, et le refroidissement plus prompt. Aussi trouve-t-on sous cette zone les plus hautes montagnes, les mers les plus entrecoupées, semées d'un nombre infini d'îles, à la vue desquelles on ne peut douter que, dès son origine, cette partie de la terre ne fût la plus irrégulière et la moins solide de toutes.

Et quoique la matière en fusion ait dû arriver également des deux pôles pour renfler l'équateur, il paroît, en comparant les deux hémisphères, que notre pôle en a un peu moins fourni que l'autre, puisqu'il y a beaucoup plus de terres et moins de mers depuis le tropique du Cancer au pôle boréal, et qu'au contraire il y a beaucoup plus de mers et moins de terres depuis celui du Capricorne à l'autre pôle. Les plus profondes vallées se sont donc formées dans les zones froides et tempérées de l'hémisphère austral, et les terres les plus solides et les plus élevées se sont trouvées dans celles de l'hémisphère septentrional.

Le globe étoit alors, comme il l'est encore aujourd'hui, renflé sur l'équateur, d'une épaisseur de près de six lieues un quart; mais les couches superficielles de cette épaisseur y étoient, à l'intérieur, semées de cavités, et coupées à l'extérieur d'éminences et de profondeurs plus grandes que partout ailleurs : le reste du globe étoit sillonné et traversé en différens sens par des aspérités toujours moins élevées à mesure qu'elles approchoient des pôles; toutes n'étoient composées que de la même matière fondue dont est aussi composée la roche intérieure du globe; toutes doivent leur origine à l'action du feu primitif et à la vitrification générale. Ainsi la surface de la terre, avant l'arrivée des eaux, ne présentoit que ces premières aspérités qui forment encore aujourd'hui les noyaux de nos plus hautes montagnes; celles qui étoient moins élevées ayant été dans la suite recouvertes par les sédimens des eaux et par les débris des productions de la mer, elles ne nous sont pas aussi évidemment connues que les premières : on trouve souvent des bancs calcaires au dessus des rochers de granite, de roc vif, et des autres masses de matières vitrescibles; mais l'on ne voit pas de masses de roc vif au dessus des bancs calcaires. Nous pouvons donc assurer, sans craindre de nous tromper, que la roche du globe est continue avec toutes les éminences hautes et basses qui se trouvent être de la même nature, c'est-à-dire de matières vitrescibles : ces éminences font masse avec le solide du globe; elles n'en sont que de très-petits prolongemens, dont les moins élevés ont ensuite été recouverts par les scories du verre, les sables, les argiles, et tous les débris des productions de la mer amenés et déposés par les eaux dans les temps subséquens, qui font l'objet de notre troisième époque.

ADDITIONS DE BUFFON.

(*Sur la page* 104.)

« Les veines métalliques, dit M. Eller, se trouvent seulement dans les endroits élevés, en une longue suite de montagnes : cette chaîne de montagnes suppose toujours pour son soutien une base de *roche dure*. Tant que ce roc conserve sa continuité, il n'y a guère apparence qu'on y découvre quelques filons métalliques; mais, quand on rencontre des crevasses ou des fentes, on espère d'en découvrir. Les physiciens minéralogistes ont remarqué qu'en Allemagne la situation la plus favorable est lorsque la chaîne de montagnes s'élevant petit à petit, se dirige vers le sud-est, et qu'ayant atteint sa plus grande élévation elle descend insensiblement vers le nord-ouest.

« C'est ordinairement un *roc sauvage*, dont l'étendue est quelquefois presque sans bornes, mais qui est fendu et entr'ouvert en divers endroits, qui contient les métaux quelquefois purs, mais presque toujours minéralisés : ces fentes sont tapissées pour l'ordinaire d'une terre blanche et luisante, que les mineurs appellent *quartz*, et qu'ils nomment *spath* lorsque cette terre est plus pesante, mais mollasse et feuilletée à peu près comme le talc : elle est enveloppée en dehors, vers le roc, de l'espèce de limon qui paroît fournir la nourriture à ces terres quartzeuses ou spatheuses; ces deux enveloppes sont comme la gaîne ou l'étui du filon; plus il est perpendiculaire, et plus on doit en espérer; et toutes les fois que les mineurs voient que le filon est perpendiculaire, ils disent qu'il va s'ennoblir.

« Les métaux sont formés dans toutes ces fentes et cavernes par une évaporation continuelle et assez violente : les vapeurs des mines démontrent cette évaporation encore subsistante; les fentes qui n'en exhalent point sont ordinairement stériles : la marque la plus sûre que les vapeurs exhalantes portent des atomes ou des molécules minérales, et qu'elles les appliquent partout aux parois

des crevasses du roc, c'est cette incrustation successive qu'on remarque dans toute la circonférence de ces fentes ou de ces creux de roches, jusqu'à ce que la capacité en soit entièrement remplie et le filon solidement formé; ce qui est encore confirmé par les outils qu'on oublie dans les creux, et qu'on retrouve ensuite couverts et incrustés de la mine, plusieurs années après.

« Les fentes du roc qui fournissent une veine métallique abondante inclinent toujours ou poussent leur direction vers la perpendiculaire de la terre; à mesure que les mineurs descendent, ils rencontrent une température d'air toujours plus chaude, et quelquefois des exhalaisons si abondantes et si nuisibles à la respiration, qu'ils se trouvent forcés de se retirer au plus vite vers le puits ou vers la galerie, pour éviter la suffocation, que les parties sulfureuses et arsenicales leur causeroient à l'instant. Le soufre et l'arsenic se trouvent généralement dans toutes les mines des quatre métaux imparfaits et de tous les demi-métaux, et c'est par eux qu'ils sont minéralisés.

« Il n'y a que l'or, et quelquefois l'argent et le cuivre, qui se trouvent natifs en petite quantité; mais, pour l'ordinaire, le cuivre, le fer, le plomb, et l'étain, lorsqu'ils se tirent des filons, sont minéralisés avec le soufre et l'arsenic. On sait, par expérience, que les métaux perdent leur forme métallique à un certain degré de chaleur relatif à chaque espèce du métal: cette destruction de la forme métallique, que subissent les quatre métaux imparfaits, nous apprend que la base des métaux est une matière terrestre; et comme ces chaux métalliques se vitrifient à un certain degré de chaleur, ainsi que les terres calcaires, gypseuses, etc., nous ne pouvons pas douter que la terre métallique ne soit du nombre des terres vitrifiables. » (Extrait du Mémoire de M. Eller *sur l'origine et la génération des métaux*, dans le recueil de l'Académie de Berlin, année 1753.)

(*Sur la page* 104.)

M. Lehman, célèbre chimiste, est le seul qui ait soupçonné une double origine aux mines métalliques; il distingue judicieusement les montagnes à filons des montagnes à couches. « L'or et l'argent, dit-il, ne se trouvent en masse que dans les montagnes à filons; le fer ne se trouve guère que dans les montagnes à couches: tous les morceaux ou petites parcelles d'or et d'argent qu'on trouve dans les montagnes à couches n'y sont que répandus, et ont été détachés des filons qui sont dans les montagnes supérieures et voisines de ces couches.

« L'or n'est jamais minéralisé; il se trouve toujours natif ou vierge, c'est-à-dire tout formé dans sa matrice, quoique souvent il y soit répandu en particules si déliées, qu'on chercheroit vainement à le reconnoître, même avec les meilleurs microscopes. On ne trouve point d'or dans les montagnes à couches; il est aussi assez rare qu'on y trouve de l'argent; ces deux métaux appartiennent de préférence aux montagnes à filons: on a néanmoins trouvé quelquefois de l'argent en petits feuillets ou sous la forme de cheveux dans de l'ardoise: il est moins rare de trouver du cuivre natif sur de l'ardoise, et communément ce cuivre natif est aussi en forme de filets ou de cheveux.

« Les mines de fer se reproduisent peu d'années après avoir été fouillées; elles ne se trouvent point dans les montagnes à filons, mais dans les montagnes à couches: on n'a point encore trouvé de fer natif dans les montagnes à couches, ou du moins c'est une chose très-rare.

« Quant à l'étain natif, il n'en existe point qui ait été produit par la nature sans le secours du feu; et la chose est aussi très-douteuse pour le plomb, quoiqu'on prétende que les grains de plomb de Massel en Silésie sont de plomb natif.

« On trouve le mercure vierge et coulant dans les couches de terre argileuses et grasses ou dans les ardoises.

« Les mines d'argent qui se trouvent dans les ardoises ne sont pas, à beaucoup près, aussi riches que celles qui se trouvent dans les montagnes à filons: ce métal ne se trouve guère qu'en particules déliées, en filets, ou en végétations, dans ces couches d'ardoises ou de schistes, mais jamais en grosses mines; et encore faut-il que ces couches d'ardoises soient voisines des montagnes à filons. Toutes les mines d'argent qui se trouvent dans les couches ne sont pas sous une forme solide et compacte; toutes les autres mines qui contiennent de l'argent en abondance se trouvent dans les montagnes à filons. Le cuivre se trouve abondamment dans les couches d'ardoises, et quelquefois aussi dans les charbons de terre.

« L'étain est le métal qui se trouve le plus rarement répandu dans les couches. Le plomb s'y trouve plus communément: on en rencontre sous la forme de galène, attaché aux ardoises; mais on n'en trouve que très-rarement avec les charbons de terre.

« Le fer est presque universellement répandu, et se trouve dans les couches sous un grand nombre de formes différentes.

« Le cinabre, le cobalt, le bismuth, et la calamine se trouvent aussi assez communément dans les couches. » (Lehman, tome III, pages 381 et suiv.)

« Les charbons de terre, le jayet, le succin, la terre alumineuse, ont été produits par des végétaux, et surtout par des arbres résineux qui ont été ensevelis dans le sein de la terre, et qui ont souffert une décomposition plus ou moins grande; car on trouve, au dessus des mines de charbon de terre, très-souvent du bois qui n'est point du tout décomposé, et qui l'est davantage à mesure qu'il est plus enfoncé en terre. L'ardoise, qui sert de toit ou de couverture au charbon, est souvent remplie des empreintes de plantes qui accompagnent ordinairement les forêts, telles que les fougères, les capillaires, etc. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que ces plantes dont on trouve les empreintes sont toutes étrangères, et les bois paroissent aussi des bois étrangers. Le succin, qu'on doit regarder comme une résine végétale, renferme souvent des insectes qui, considérés attentivement, n'appartiennent point au climat où on les rencontre présentement: enfin la terre alumineuse est souvent feuilletée, et ressemble à du bois, tantôt plus, tantôt moins décomposé. » (*Ibid., ibid.*)

« Le soufre, l'alun, le sel ammoniac, se trouvent dans les couches formées par les volcans.

« Le pétrole, le naphte, indiquent un feu actuellement allumé sous la terre, qui met, pour ainsi dire, le charbon de terre en distillation: on a des exemples de ces embrasemens souterrains, qui n'agissent qu'en silence dans les mines de charbon de terre, en Angleterre et en Allemagne, lesquelles brûlent depuis très-long-temps sans explosion; et c'est dans le voisinage de ces embrasemens souterrains qu'on trouve les eaux chaudes thermales.

« Les montagnes qui contiennent des filons ne renferment point de charbon de terre, ni des substances bitumineuses et combustibles; ces substances ne se trouvent jamais que dans les montagnes à couches. » (*Note sur Lehman*, par M. le baron d'Holbach, t. III, p. 435.)

(*Sur la page* 106.)

Je citerai pour exemple la mine de fer près de Taberg en Smoland, partie de l'île de Gothland en Suède: c'est l'une des plus remarquables de ces mines ou plutôt de ces montagnes de fer, qui toutes ont la propriété de céder à l'attraction de l'aimant, ce qui prouve qu'elles ont été formées par le feu. Cette montagne est dans un sol de sable extrêmement fin; sa hauteur est de plus de 400 pieds, et son circuit d'une lieue: elle est en entier composée d'une matière ferrugineuse très-riche, et l'on y trouve même du fer natif; autre preuve qu'elle a éprouvé l'action d'un feu violent. Cette mine étant brisée montre à sa fracture de petites parties brillantes, qui tantôt se croisent et tantôt sont disposées par écailles: les petits rochers les plus voisins sont de roc pur (*saxo puro*). On travaille à cette mine depuis environ deux cents ans; on se sert pour l'exploiter de poudre à canon, et la montagne paroît fort peu diminuée, excepté dans les puits qui sont au pied du côté du vallon.

Il paroît que cette mine n'a point de lits réguliers; le fer n'y est point non plus partout de la même bonté. Toute la montagne a beaucoup de fentes, tantôt perpendiculaires et tantôt horizontales: elles sont toutes remplies de sable qui ne contient aucun fer; ce sable est aussi pur et de même espèce que celui des bords de la mer: on trouve quelquefois dans ce sable des os d'animaux et des cornes de cerf; ce qui prouve qu'il a été amené par les eaux, et que ce n'est qu'après la formation de la montagne de fer par le feu que les sables en ont rempli les crevasses et les fentes perpendiculaires et horizontales.

Les masses de mine que l'on tire tombent aussitôt au pied de la montagne, au lieu que, dans les autres mines, il faut souvent tirer le minéral des entrailles de la terre; on doit concasser et griller cette mine avant de la mettre au fourneau, où on la fond avec la pierre calcaire et du charbon de bois.

Cette colline de fer est située dans un endroit montagneux fort élevé, éloigné de la mer de près de 80 lieues: il paroît qu'elle étoit autrefois entièrement couverte de sable. (Extrait d'un article de l'ouvrage périodique qui a pour titre: *Nordische Beytrage*, etc. *Contribution du Nord pour les progrès de la physique, des sciences, et des arts*. A Altone, chez David Ifers, 1756.)

(*Sur la page* 106.)

On vient de voir, par l'exemple cité dans la note précédente, que la montagne de fer

de Taberg s'élève de plus de 400 pieds au dessus de la surface de la terre. M. Gmelin, dans son *Voyage en Sibérie*, assure que, dans les contrées septentrionales de l'Asie, presque toutes les mines des métaux se trouvent à la surface de la terre, tandis que dans les autres pays elles se trouvent profondément ensevelies dans son intérieur. Si ce fait étoit généralement vrai, ce seroit une nouvelle preuve que les métaux ont été formés par le feu primitif, et que le globe de la terre ayant moins d'épaisseur dans les parties septentrionales, ils s'y sont formés plus près de la surface que dans les contrées méridionales.

Le même M. Gmelin a visité la grande montagne d'aimant qui se trouve en Sibérie, chez les Baschkirs : cette montagne est divisée en huit parties, séparées par des vallons : la septième de ces parties produit le meilleur aimant ; le sommet de cette portion de montagne est formé d'une pierre jaunâtre, qui paroît tenir de la nature du jaspe. On y trouve des pierres que l'on prendroit de loin pour du grès, qui pèsent deux mille cinq cents ou trois milliers, mais qui ont toutes la vertu de l'aimant. Quoiqu'elles soient couvertes de mousse, elles ne laissent pas d'attirer le fer et l'acier, à la distance de plus d'un pouce : les côtés exposés à l'air ont la plus forte vertu magnétique, ceux qui sont enfoncés en terre en ont beaucoup moins : ces parties les plus exposées aux injures de l'air sont moins dures, et par conséquent moins propres à être armées. Un gros quartier d'aimant de la grandeur qu'on vient de dire est composé de quantité de petits quartiers d'aimant, qui opèrent en différentes directions. Pour les bien travailler, il faudroit les séparer en les sciant, afin que tout le morceau qui renferme la vertu de chaque aimant particulier conservât son intégrité ; on obtiendroit vraisemblablement de cette façon des aimans d'une grande force : mais on coupe des morceaux à tout hasard, et il s'en trouve plusieurs qui ne valent rien du tout, soit parce qu'on travaille un morceau de pierre qui n'a point de vertu magnétique, ou qui n'en renferme qu'une petite portion, soit que dans un seul morceau il y ait deux ou trois aimans réunis. A la vérité, ces morceaux ont une vertu magnétique ; mais, comme elle n'a pas sa direction vers un même point, il n'est pas étonnant que l'effet d'un pareil aimant soit sujet à bien des variations.

L'aimant de cette montagne, à la réserve de celui qui est exposé à l'air, est d'une grande dureté, taché de noir, et rempli de tubérosités qui ont de petites parties anguleuses, comme on en voit souvent à la surface de la pierre sanguine, dont il ne diffère que par la couleur ; mais souvent, au lieu de ces parties anguleuses, on ne voit qu'une espèce de terre d'ocre : en général, les aimans qui ont ces petites parties anguleuses ont moins de vertu que les autres. L'endroit de la montagne où sont les aimans est presque entièrement composé d'une bonne mine de fer, qu'on tire par petits morceaux entre les pierres d'aimant. Toute la section de la montagne la plus élevée renferme une pareille mine ; mais plus elle s'abaisse moins elle contient de métal. Plus bas, au dessous de la mine d'aimant, il y a d'autres pierres ferrugineuses, mais qui rendoient fort peu de fer, si on vouloit les faire fondre : les morceaux qu'on en tire ont la couleur de métal, et sont très-lourds ; ils sont inégaux en dedans, et ont presque l'air de scories : ces morceaux ressemblent assez par l'extérieur aux pierres d'aimant ; mais ceux qu'on tire à huit brasses au dessus du roc n'ont plus aucune vertu. Entre ces pierres, on trouve d'autres morceaux de roc qui paroissent composés de très-petites particules de fer ; la pierre par elle-même est pesante, mais fort molle ; les particules intérieures ressemblent à une matière brûlée, et elles n'ont que peu ou point de vertu magnétique. On trouve aussi de temps en temps un minerai brun de fer dans des couches épaisses d'un pouce ; mais il rend peu de métal. (Extrait de l'*Histoire générale des voyages*, tome XVIII, pages 141 et suiv.)

Il y a plusieurs autres mines d'aimant en Sibérie dans les monts Poïas. A 10 lieues de la route qui mène de Catherinbourg à Solikamskaia est la montagne de Galazinski ; elle a plus de vingt toises de hauteur, et c'est entièrement un rocher d'aimant, d'un brun couleur de fer dur et compacte.

A 20 lieues de Solikamskaia on trouve un aimant cubique et verdâtre ; les cubes en sont d'un brillant vif : quand on les pulvérise, ils se décomposent en paillettes brillantes, couleur de feu. Au reste, on ne trouve l'aimant que dans les chaînes de montagnes dont la direction est du sud au nord. (Extrait de l'*Histoire générale des voyages*, tome XIX, page 472.)

Dans les terres voisines des confins de la Laponie, sur les limites de la Bothnie, à deux lieues de Cokluanda, on voit une mine de fer dans laquelle on tire des pierres d'aimant tout-à-fait bonnes. « Nous admirâmes

avec bien du plaisir, dit le relateur, les effets surprenans de cette pierre, lorsqu'elle est encore dans le lieu natal : il fallut faire beaucoup de violence pour en tirer des pierres aussi considérables que celles que nous voulions avoir; et le marteau dont on se servoit, qui étoit de la grosseur de la cuisse, demeuroit si fixe en tombant sur le ciseau qui étoit dans la pierre, que celui qui frappoit avoit besoin de secours pour le retirer. Je voulus éprouver cela moi-même; et ayant pris une grosse pince de fer, pareille à celle dont on se sert à remuer les corps les plus pesans, et que j'avois de la peine à soutenir, je l'approchai du ciseau, qui l'attira avec une violence extrême, et la soutenoit avec une force inconcevable. Je mis une boussole au milieu du trou où étoit la mine, et l'aiguille tournoit continuellement d'une vitesse incroyable. » (*OEuvres de Regnard*, Paris, 1742, tome I, page 185.)

TROISIÈME ÉPOQUE.

Lorsque les eaux ont couvert nos continens.

A la date de trente ou trente-cinq mille ans de la formation des planètes, la terre se trouvoit assez attiédie pour recevoir les eaux sans les rejeter en vapeurs. Le chaos de l'atmosphère avoit commencé de se débrouiller : non seulement les eaux, mais toutes les matières volatiles que la trop grande chaleur y tenoit reléguées et suspendues, tombèrent successivement; elles remplirent toutes les profondeurs, couvrirent toutes les plaines, tous les intervalles qui se trouvoient entre les éminences de la surface du globe, et même elles surmontèrent toutes celles qui n'étoient pas excessivement élevées. On a des preuves évidentes que les mers ont couvert le continent de l'Europe jusqu'à quinze cents toises du niveau de la mer actuelle, puisqu'on trouve des coquilles et d'autres productions marines dans les Alpes et dans les Pyrénées jusqu'à cette même hauteur. On a les mêmes preuves pour les continens de l'Asie et de l'Afrique; et même dans celui de l'Amérique, où les montagnes sont plus élevées qu'en Europe, on a trouvé des coquilles marines à plus de deux mille toises de hauteur au dessus du niveau de la mer du Sud. Il est donc certain que, dans ces premiers temps, le diamètre du globe avoit deux lieues de plus, puisqu'il étoit enveloppé d'eau jusqu'à deux mille toises de hauteur. La surface de la terre en général étoit donc beaucoup plus élevée qu'elle ne l'est aujourd'hui; et, pendant une longue suite de temps, les mers l'ont recouverte en entier, à l'exception peut-être de quelques terres très-élevées et des sommets des hautes montagnes, qui seuls surmontoient cette mer universelle, dont l'élévation étoit au moins à cette hauteur où l'on cesse de trouver des coquilles : d'où l'on doit inférer que les animaux auxquels ces dépouilles ont appartenu peuvent être regardés comme les premiers habitans du globe; et cette population étoit innombrable, à en juger par l'immense quantité de leurs dépouilles et de leurs détrimens, puisque c'est de ces mêmes dépouilles et de leurs détrimens qu'ont été formées toutes les couches des pierres calcaires, des marbres, des craies, et des tufs qui composent nos collines, et qui s'étendent sur de grandes contrées dans toutes les parties de la terre.

Or, dans les commencemens de ce séjour des eaux sur la surface du globe, n'avoient-elles pas un degré de chaleur que nos poissons et nos coquillages actuellement existans n'auroient pu supporter? et ne devons-nous pas présumer que les premières productions d'une mer encore bouillante étoient différentes de celles qu'elle nous offre aujourd'hui? Cette grande chaleur ne pouvoit convenir qu'à d'autres natures de coquillages et de poissons; et par conséquent c'est aux premiers temps de cette époque, c'est-à-dire depuis trente jusqu'à quarante mille ans de la formation de la terre, que l'on doit rapporter l'existence des espèces perdues dont on ne trouve nulle part les analogues vivans. Ces premières espèces, maintenant anéanties, ont subsisté pendant les dix ou quinze mille ans qui ont suivi le temps auquel les eaux venoient de s'établir.

Et l'on ne doit point être étonné de ce que j'avance ici, qu'il y a eu des poissons

et d'autres animaux aquatiques capables de supporter un degré de chaleur beaucoup plus grand que celui de la température actuelle de nos mers méridionales, puisqu'encore aujourd'hui nous connoissons des espèces de poissons et de plantes qui vivent et végetent dans des eaux presque bouillantes, ou du moins chaudes jusqu'à 50 ou 60 degrés du thermometre [1].

Mais, pour ne pas perdre le fil des grands et nombreux phénomènes que nous avons à exposer, reprenons ces temps antérieurs où les eaux, jusqu'alors réduites en vapeurs, se sont condensées, et ont commencé de tomber sur la terre brûlante, aride, desséchée, crevassée par le feu. Tâchons de nous représenter les prodigieux effets qui ont accompagné et suivi cette chute précipitée des matières volatiles, toutes séparées, combinées, sublimées, dans le temps de la consolidation, et pendant le progrès du premier refroidissement. La séparation de l'élément de l'air et de l'élément de l'eau, le choc des vents et des flots qui tomboient en tourbillons sur une terre fumante; la dépuration de l'atmosphère qu'auparavant les rayons du soleil ne pouvoient pénétrer; cette même atmosphère obscurcie de nouveau par les nuages d'une épaisse fumée; la cohobation mille fois répétée, et le bouillonnement continuel des eaux tombées et rejetées alternativement; enfin la lessive de l'air, par l'abandon des matières volatiles précédemment sublimées, qui toutes s'en séparèrent et descendirent avec plus ou moins de précipitation: quels mouvemens, quelles tempêtes ont dû précéder, accompagner, et suivre, l'établissement local de chacun de ces élémens! et ne devons-nous pas rapporter à ces premiers momens de choc et d'agitation les bouleversemens, les premières dégradations, les irruptions, et les changemens qui ont donné une seconde forme à la plus grande partie de la surface de la terre? Il est aisé de sentir que les eaux qui la couvroient alors presque tout entière, étant continuellement agitées par la rapidité de leur chute, par l'action de la lune sur l'atmosphere et sur les eaux déjà tombées, par la violence des vents, etc., auront obéi à toutes ces impulsions, et que, dans leurs mouvemens, elles auront commencé par sillonner plus à fond les vallées de la terre, par renverser les éminences les moins solides, rabaisser les crêtes des montagnes, percer leurs chaînes dans les points les plus foibles; et qu'après leur établissement ces mêmes eaux se sont ouvert des routes souterraines, qu'elles ont miné les voûtes des cavernes, les ont fait écrouler, et que par conséquent ces mêmes eaux se sont abaissées successivement pour remplir les nouvelles profondeurs qu'elles venoient de former. Les cavernes étoient l'ouvrage du feu: l'eau, dès son arrivée, a commencé par les attaquer; elle les a détruites, et continue de les détruire encore. Nous devons donc attribuer l'abaissement des eaux à l'affaissement des cavernes, comme la seule cause qui nous soit démontrée par les faits.

Voilà les premiers effets produits par la masse, par le poids, et par le volume de l'eau; mais elle en a produit d'autres par sa seule qualité: elle a saisi toutes les matières qu'elle pouvoit délayer et dissoudre; elle s'est combinée avec l'air, la terre, et le feu, pour former les acides, les sels, etc.; elle a converti les scories et les poudres du verre primitif en argiles; ensuite elle a, par son mouvement, transporté de place en place ces mêmes scories et toutes les matières qui se trouvoient réduites en petits volumes. Il s'est donc fait dans cette seconde période, depuis trente-cinq jusqu'à cinquante mille ans, un si grand changement à la surface du globe, que la mer universelle, d'abord très-élevée, s'est successivement abaissée pour remplir les profondeurs occasionées par l'affaissement des cavernes, dont les voûtes naturelles, sapées ou percées par l'action et le feu de ce nouvel élément, ne pouvoient plus soutenir le poids cumulé des terres et des eaux dont elles étoient chargées. A mesure qu'il se faisoit quelque grand affaissement par la rupture d'une ou de plusieurs cavernes, la surface de la terre se déprimant en ces endroits, l'eau arrivoit de toutes parts pour remplir cette nouvelle profondeur, et par conséquent la hauteur générale des mers diminuoit d'autant; en sorte qu'étant d'abord à deux mille toises d'élévation la mer a successivement baissé jusqu'au niveau où nous la voyons aujourd'hui.

On doit présumer que les coquilles et les autres productions marines, que l'on trouve à de grandes hauteurs au dessus du niveau actuel des mers, sont les espèces les plus anciennes de la nature; et il seroit important pour l'histoire naturelle de recueillir un assez grand nombre de ces productions de la mer, qui se trouvent à cette plus grande hauteur, et de les comparer avec celles qui sont dans les terrains plus bas. Nous sommes assurés que les coquilles dont nos collines

1. Voyez les *Additions de Buffon*, page 124.

sont composées appartiennent en partie à des espèces inconnues, c'est-à-dire à des espèces dont aucune mer fréquentée ne nous offre les analogues vivans. Si jamais on fait un recueil de ces pétrifications prises à la plus grande élévation dans les montagnes, on sera peut-être en état de prononcer sur l'ancienneté plus ou moins grande des espèces relativement aux autres. Tout ce que nous pouvons en dire aujourd'hui c'est que quelques-uns des monumens qui nous démontrent l'existence de certains animaux terrestres et marins dont nous ne connoissons pas les analogues vivans, nous montrent en même temps que ces animaux étoient beaucoup plus grands qu'aucune espèce du même genre actuellement subsistante. Ces grosses dents molaires à pointes mousses, du poids de onze ou douze livres; ces cornes d'ammon, de sept à huit pieds de diamètre sur un pied d'épaisseur, dont on trouve les moules pétrifiés, sont certainement des êtres gigantesques dans le genre des animaux quadrupèdes et dans celui des coquillages. La nature étoit alors dans sa première force, et travailloit la matière organique et vivante avec une puissance plus active dans une température plus chaude : cette matière organique étoit plus divisée, moins combinée avec d'autres matières, et pouvoit se réunir et se combiner avec elle-même en plus grandes masses, pour se développer en plus grandes dimensions. Cette cause est suffisante pour rendre raison de toutes les productions gigantesques qui paroissent avoir été fréquentes dans ces premiers âges du monde [1].

En fécondant les mers, la nature répandoit aussi les principes de vie sur toutes les terres que l'eau n'avoit pu surmonter, ou qu'elle avoit promptement abandonnées; et ces terres, comme les mers, ne pouvoient être peuplées que d'animaux et de végétaux capables de supporter une chaleur plus grande que celle qui convient aujourd'hui à la nature vivante. Nous avons des monumens tirés du sein de la terre, et particulièrement du fond des minieres de charbon et d'ardoise, qui nous démontrent que quelques-uns des poissons et des végétaux que ces matières contiennent ne sont pas des espèces actuellement existantes [2]. On peut donc croire que la population de la mer en animaux n'est pas plus ancienne que celle de la terre en végétaux : les monumens et les témoins sont plus nombreux, plus évidens pour la mer; mais ceux qui déposent pour la terre sont aussi certains, et semblent nous démontrer que ces espèces anciennes dans les animaux marins et dans les végétaux terrestres se sont anéanties, ou plutôt ont cessé de se multiplier, dès que la terre et la mer ont perdu la grande chaleur nécessaire à l'effet de leur propagation.

Les coquillages ainsi que les végétaux de ce premier temps s'étant prodigieusement multipliés pendant ce long espace de vingt mille ans, et la durée de leur vie n'étant que de peu d'années, les animaux à coquilles, les polypes des coraux, des madrépores, des astroïtes, et tous les petits animaux qui convertissent l'eau de la mer en pierre, ont, à mesure qu'ils périssoient, abandonné leurs dépouilles et leurs ouvrages aux caprices des eaux : elles auront transporté, brisé, et déposé ces dépouilles en mille et mille endroits; car c'est dans ce même temps que les mouvemens des marées et des vents réglés ont commencé de former les couches horizontales de la surface de la terre par les sédimens et le dépôt des eaux; ensuite les courans ont donné à toutes les collines et à toutes les montagnes de médiocre hauteur des directions correspondantes; en sorte que leurs angles saillans sont toujours opposés à des angles rentrans. Nous ne répéterons pas ici ce que nous avons dit à ce sujet dans notre *Théorie de la terre*, et nous nous contenterons d'assurer que cette disposition générale de la surface du globe par angles correspondans, ainsi que sa composition par couches horizontales, ou également et parallèlement inclinées, démontrent évidemment que la structure et la forme de la surface actuelle de la terre ont été disposées par les eaux, et produites par leurs sédimens. Il n'y a eu que les crêtes et les pics des plus hautes montagnes qui peut-être se sont trouvés hors d'atteinte aux eaux, ou n'en ont été surmontés que pendant un petit temps, et sur lesquels par conséquent la mer n'a point laissé d'empreintes : mais, ne pouvant les attaquer par leur sommet, elle les a prises par la base; elle a recouvert ou miné les parties inférieures de ces montagnes primitives; elle les a environnées de nouvelles matières, ou bien elle a percé les voûtes qui les soutenoient; souvent elles les a fait pencher; enfin elle a transporté dans leurs cavités intérieures les matières combustibles provenant du détriment des végétaux, ainsi que les matières pyriteuses, bitumineuses,

1. Voyez les *Additions de Buffon*, page 125.
2. Voyez les *Additions de Buffon*, page 127.

et minérales, pures ou mêlées de terres et de sédimens de toute espèce.

La production des argiles paroît avoir précédé celle des coquillages; car la première opération de l'eau a été de transformer les scories et les poudres de verre en argiles : aussi les lits d'argiles se sont formés quelque temps avant les bancs de pierres calcaires; et l'on voit que ces dépôts de matières argileuses ont précédé ceux des matières calcaires, car presque partout les rochers calcaires sont posés sur des glaises qui leur servent de base. Je n'avance rien ici qui ne soit démontré par l'expérience, ou confirmé par les observations; tout le monde pourra s'assurer par des procédés aisés à répéter, que le verre et le grès en poudre se convertissent en peu de temps en argile, seulement en séjournant dans l'eau [1]; c'est d'après cette connoissance que j'ai dit, dans ma *Théorie de la terre*, que les argiles n'étoient que des sables vitrescibles décomposés et pourris. J'ajoute ici que c'est probablement à cette décomposition du sable vitrescible dans l'eau qu'on doit attribuer l'origine de l'acide; car le principe acide qui se trouve dans l'argile peut être regardé comme une combinaison de terre vitrescible avec le feu, l'air, et l'eau; et c'est ce même principe acide qui est la première cause de la ductilité de l'argile et de toutes les autres matières, sans même en excepter les bitumes, les huiles, et les graisses, qui ne sont ductiles et ne communiquent de la ductilité aux autres matières que parce qu'elles contiennent des acides.

Après la chute et l'établissement des eaux bouillantes sur la surface du globe, la plus grande partie des scories de verre qui la couvroient en entier ont donc été converties en assez peu de temps en argiles : tous les mouvemens de la mer ont contribué à la prompte formation de ces mêmes argiles, en remuant et transportant les scories et les poudres de verre, et les forçant de se présenter à l'action de l'eau dans tous les sens; et, peu de temps après, les argiles formées par l'intermède et l'impression de l'eau ont successivement été transportées et déposées au dessus de la roche primitive du globe, c'est-à-dire au dessus de la masse solide de matières vitrescibles qui en fait le fond, et qui, par sa ferme consistance et sa dureté, avoit résisté à cette même action des eaux.

La décomposition des poudres et des sables vitrescibles, et la production des argiles, se sont faites en d'autant moins de temps que l'eau étoit plus chaude : cette décomposition a continué de se faire et se fait encore tous les jours, mais plus lentement et en bien moindre quantité; car, quoique les argiles se présentent presque partout comme enveloppant le globe, quoique souvent ces couches d'argiles aient cent et deux cents pieds d'épaisseur, quoique les rochers de pierres calcaires et toutes les collines composées de ces pierres soient ordinairement appuyés sur des couches argileuses, on trouve quelquefois au dessous de ces mêmes couches des sables vitrescibles qui n'ont pas été convertis et qui conservent le caractère de leur première origine. Il y a aussi des sables vitrescibles à la superficie de la terre et sur celle du fond des mers : mais la formation de ces sables vitrescibles qui se présentent à l'extérieur est d'un temps bien postérieur à la formation des autres sables de même nature qui se trouvent à de grandes profondeurs sous les argiles; car ces sables qui se présentent à la superficie de la terre ne sont que les détrimens des granites, des grès, et de la roche vitreuse, dont les masses forment les noyaux et les sommets des montagnes, desquelles les pluies, la gelée, et les autres agens extérieurs, ont détaché et détachent encore tous les jours de petites parties, qui sont ensuite entraînées et déposées par les eaux courantes sur la surface de la terre : on doit donc regarder comme très-récente, en comparaison de l'autre, cette production des sables vitrescibles qui se présentent sur le fond de la mer ou à la superficie de la terre.

Ainsi les argiles et l'acide qu'elles contiennent ont été produits très-peu de temps après l'établissement des eaux, et peu de temps avant la naissance des coquillages; car nous trouvons dans ces mêmes argiles une infinité de bélemnites, de pierres lenticulaires, de cornes d'ammon, et d'autres échantillons de ces espèces perdues dont on ne trouve nulle part les analogues vivans. J'ai trouvé moi-même dans une fouille que j'ai fait creuser à cinquante pieds de profondeur, au plus bas d'un petit vallon [2] tout composé d'argile, et dont les collines voisines étoient aussi d'argile jusqu'à quatre-vingts pieds de hauteur; j'ai trouvé, dis-je, des bélemnites qui avoient huit pouces de long sur près d'un pouce de diamètre, et dont quelques-unes étoient attachées à une partie plate et mince comme l'est le têt des

1. Voyez les *Additions de Buffon*, page 129.

2. Ce petit vallon est tout voisin de la ville de Montbard, au midi.

crustacés. J'y ai trouvé de même un grand nombre de cornes d'ammon pyriteuses et bronzées, et des milliers de pierres lenticulaires. Ces anciennes dépouilles étoient, comme l'on voit, enfouies dans l'argile à cent trente pieds de profondeur; car, quoiqu'on n'eût creusé qu'à cinquante pieds dans cette argile au milieu du vallon, il est certain que l'épaisseur de cette argile étoit originairement de cent trente pieds, puisque les couches en sont élevées des deux côtés à quatre-vingts pieds de hauteur au dessus : cela me fut démontré par la correspondance de ces couches et par celle des bancs de pierres calcaires qui les surmontent de chaque côté du vallon. Ces bancs calcaires ont cinquante-quatre pieds d'épaisseur, et leurs différens lits se trouvent correspondans et posés horizontalement à la même hauteur au dessus de la couche immense d'argile qui leur sert de base et s'étend sous les collines calcaires de toute cette contrée.

Le temps de la formation des argiles a donc immédiatement suivi celui de l'établissement des eaux; le temps de la formation des premiers coquillages doit être placé quelques siècles après; et le temps du transport de leurs dépouilles a suivi presque immédiatement : il n'y a eu d'intervalle qu'autant que la nature en a mis entre la naissance et la mort de ces animaux à coquilles. Comme l'impression de l'eau convertissoit chaque jour les sables vitrescibles en argiles, et que son mouvement les transportoit de place en place, elle entraînoit en même temps les coquilles et les autres dépouilles et débris des productions marines, et déposant le tout comme des sédimens, elle a formé dès lors les couches d'argile où nous trouvons aujourd'hui ces monumens, les plus anciens de la nature organisée, dont les modèles ne subsistent plus. Ce n'est pas qu'il n'y ait aussi dans les argiles des coquilles dont l'origine est moins ancienne, et même quelques espèces que l'on peut comparer avec celles de nos mers, et mieux encore avec celles des mers méridionales; mais cela n'ajoute aucune difficulté à nos explications, car l'eau n'a pas cessé de convertir en argiles toutes les scories de verre et tous les sables vitrescibles qui se sont présentés à son action : elle a donc formé des argiles en grande quantité dès qu'elle s'est emparée de la surface de la terre : elle a continué et continue encore de produire le même effet; car la mer transporte aujourd'hui ces vases avec les dépouilles des coquillages actuellemens vivans, comme elle a autrefois transporté ces mêmes vases avec les dépouilles des coquillages alors existans.

La formation des schistes, des ardoises, des charbons de terre, et des matières bitumineuses, date à peu près du même temps : ces matières se trouvent ordinairement dans les argiles à d'assez grandes profondeurs; elles paroissent même avoir précédé l'établissement local des dernières couches d'argile, car au dessous de cent trente pieds d'argile dont les lits contenoient des bélemnites, des cornes d'ammon, et d'autres débris des plus anciennes coquilles, j'ai trouvé des matières charbonneuses et inflammables; et l'on sait que la plupart des mines de charbon de terre sont plus ou moins surmontées par des couches de terres argileuses. Je crois même pouvoir avancer que c'est dans ces terres qu'il faut chercher les veines de charbon, desquelles la formation est un peu plus ancienne que celle des couches extérieures des terres argileuses qui les surmontent : ce qui le prouve, c'est que les veines de ces charbons de terre sont presque toujours inclinées, tandis que celles des argiles, ainsi que toutes les autres couches extérieures du globe, sont ordinairement horizontales. Ces dernières ont donc été formées par le sédiment des eaux qui s'est déposé de niveau sur une base horizontale, tandis que les autres, puisqu'elles sont inclinées, semblent avoir été amenées par un courant sur un terrain en pente. Ces veines de charbon, qui toutes sont composées de végétaux mêlés de plus ou moins de bitume, doivent leur origine aux premiers végétaux que la terre a formés : toutes les parties du globe qui se trouvoient élevées au dessus des eaux produisirent, dès les premiers temps, une infinité de plantes et d'arbres de toute espèce, lesquels bientôt tombant de vétusté furent entraînés par les eaux, et formèrent des dépôts de matières végétales en une infinité d'endroits; et comme les bitumes et les autres huiles terrestres paroissent provenir des substances végétales et animales, qu'en même temps l'acide provient de la décomposition du sable vitrescible par le feu, l'air, et l'eau, et qu'enfin il entre de l'acide dans la composition des bitumes, puisqu'avec une huile végétale et de l'acide on peut faire du bitume, il paroît que les eaux se sont dès lors mêlées avec ces bitumes et s'en sont imprégnées pour toujours; et comme elles transportoient incessamment les arbres et les autres matières végétales descendues des hauteurs de la terre, ces matières végétales ont continué de se mêler avec les bitumes

déjà formés des résidus des premiers végétaux; et la mer, par son mouvement et par ses courans, les a remuées, transportées et déposées sur les éminences d'argile qu'elle avoit formées précédemment.

Les couches d'ardoises, qui contiennent aussi des végétaux et même des poissons, ont été formées de la même maniere, et l'on peut en donner des exemples qui sont, pour ainsi dire, sous nos yeux. Ainsi les ardoisières et les mines de charbon ont ensuite été recouvertes par d'autres couches de terres argileuses que la mer a déposées dans des temps postérieurs : il y a même eu des intervalles considérables et des alternatives de mouvement entre l'établissement des différentes couches de charbon dans le même terrain; car on trouve souvent au dessous de la première couche de charbon une veine d'argile ou d'autre terre qui suit la même inclinaison, et ensuite on trouve assez communément une seconde couche de charbon inclinée comme la première, et souvent une troisième, également séparées l'une de l'autre par des veines de terre, et quelquefois même par des bancs de pierre calcaire, comme dans les mines de charbon du Hainaut. L'on ne peut donc pas douter que les couches les plus basses de charbon n'aient été produites, les premières, par le transport des matières végétales amenées par les eaux; et lorsque le premier dépôt d'où la mer enlevoit ces matieres végétales se trouvoit épuisé, le mouvement des eaux continuoit de transporter au même lieu les terres ou les autres matières qui environnoient ce dépôt : ce sont ces terres qui forment aujourd'hui la veine intermédiaire entre les deux couches de charbon; ce qui suppose que l'eau amenoit ensuite, de quelqu'autre dépôt, des matières végétales pour former la seconde couche de charbon. J'entends ici par couches la veine entière de charbon prise dans toute son épaisseur, et non pas les petites couches ou feuillets dont la substance même du charbon est composée, et qui souvent sont extrêmement minces : ce sont ces mêmes feuillets, toujours parallèles entre eux, qui démontrent que ces masses de charbon ont été formées et déposées par le sédiment et même par la stillation des eaux imprégnées de bitume; et cette même forme de feuillets se trouve dans les nouveaux charbons dont les couches se forment par stillation, aux dépens des couches les plus anciennes. Ainsi les feuillets du charbon de terre ont pris leur forme par deux causes combinées : la première est le dépôt toujours horizontal de l'eau; et la seconde, la disposition des matières végétales, qui tendent à faire des feuillets[1]. Au surplus, ce sont les morceaux de bois, souvent entiers, et les détrimens très-reconnoissables d'autres végétaux, qui prouvent évidemment que la substance de ces charbons de terre n'est qu'un assemblage de débris de végétaux liés ensemble par des bitumes.

La seule chose qui pourroit être difficile à concevoir, c'est l'immense quantité de débris de végétaux que la composition de ces mines de charbon suppose; car elles sont très-épaisses, très-étendues, et se trouvent en une infinité d'endroits : mais si l'on fait attention à la production peut-être encore plus immense de végétaux qui s'est faite pendant vingt ou vingt-cinq mille ans, et si l'on pense en même temps que l'homme n'étant pas encore créé, il n'y avoit aucune destruction des végétaux par le feu, on sentira qu'ils ne pouvoient manquer d'être emportés par les eaux, et de former en mille endroits différens des couches très-étendues de matière végétale. On peut se faire une idée en petit de ce qui est alors arrivé en grand : quelle énorme quantité de gros arbres certains fleuves, comme le Mississipi, n'entraînent-ils pas dans la mer! le nombre de ces arbres est si prodigieux, qu'il empêche, dans certaines saisons, la navigation de ce large fleuve : il en est de même sur la rivière des Amazones, et sur la plupart des grands fleuves des continens déserts ou mal peuplés. On peut donc penser, par cette comparaison, que toutes les terres élevées au dessus des eaux étant dans le commencement couvertes d'arbres et d'autres végétaux que rien ne détruisoit que leur vétusté, il s'est fait, dans cette longue période de temps, des transports successifs de tous ces végétaux et de leurs détrimens, entraînés par les eaux courantes du haut des montagnes jusqu'aux mers. Les mêmes contrées inhabitées de l'Amérique nous en fournissent un exemple frappant : on voit à la Guiane des forêts de palmiers *lataniers* de plusieurs lieues d'étendue, qui croissent dans les espèces de marais qu'on appelle des *savanes noyées*, qui ne sont que des appendices de la mer; ces arbres, après avoir vécu leur âge, tombent de vétusté, et sont emportés par le mouvement des eaux. Les forêts plus éloignées de la mer et qui couvrent toutes les hauteurs de l'intérieur du pays,

1. Voyez l'expérience de M. de Morveau sur une concrétion blanche qui est devenue du charbon de terre noir et feuilleté.

sont moins peuplées d'arbres sains et vigoureux que jonchées d'arbres décrépits et à demi pourris. Les voyageurs qui sont obligés de passer la nuit dans ces bois ont soin d'examiner le lieu qu'ils choisissent pour gîte, afin de reconnoître s'il n'est environné que d'arbres solides, et s'ils ne courent pas risque d'être écrasés pendant leur sommeil par la chute de quelques arbres pourris sur pied; et la chute de ces arbres en grand nombre est très-fréquente : un seul coup de vent fait souvent un abatis si considérable qu'on en entend le bruit à de très-grandes distances. Ces arbres, roulant du haut des montagnes, en renversent quantité d'autres, et ils arrivent ensemble dans les lieux les plus bas, où ils achèvent de pourrir, pour former de nouvelles couches de terre végétale; ou bien ils sont entraînés par les eaux courantes dans les mers voisines, pour aller former au loin de nouvelles couches de charbon fossile.

Les détrimens des substances végétales sont donc le premier fonds des mines de charbon; ce sont des trésors que la nature semble avoir accumulés d'avance pour les besoins à venir des grandes populations. Plus les hommes se multiplieront, plus les forêts diminueront ; les bois ne pouvant plus suffire à leur consommation, ils auront recours à ces immenses dépôts de matières combustibles, dont l'usage leur deviendra d'autant plus nécessaire que le globe se refroidira davantage ; néanmoins ils ne les épuiseront jamais, car une seule de ces mines de charbon contient peut-être plus de matière combustible que toutes les forêts d'une vaste contrée.

L'ardoise, qu'on doit regarder comme une argile durcie, est formée par couches qui contiennent de même du bitume et des végétaux, mais en bien plus petite quantité; et en même temps elles renferment souvent des coquilles, des crustacés, et des poissons, qu'on ne peut rapporter à aucune espece connue. Ainsi l'origine des charbons et des ardoises date du même temps; la seule différence qu'il y ait entre ces deux sortes de matieres, c'est que les végétaux composent la majeure partie de la substance des charbons de terre, au lieu que le fonds de la substance de l'ardoise est le même que celui de l'argile, et que les végétaux, ainsi que les poissons, ne paroissent s'y trouver qu'accidentellement et en assez petit nombre : mais toutes deux contiennent du bitume, et sont formées par feuillets ou par couches très-minces, toujours parallèles entre elles; ce qui démontre clairement qu'elles ont également été produites par les sédimens successifs d'une eau tranquille, et dont les oscillations étoient parfaitement réglées, telles que sont celles de nos marées ordinaires ou des courans constans des eaux.

Reprenant donc pour un instant tout ce que je viens d'exposer, la masse du globe terrestre, composée de verre en fusion, ne présentoit d'abord que les boursouflures et les cavités irrégulières qui se forment à la superficie de toute matiere liquéfiée par le feu et dont le refroidissement resserre les parties. Pendant ce temps et dans le progrès du refroidissement, les élémens se sont séparés, les liquations et les sublimations des substances métalliques et minérales se sont faites, elles ont occupé les cavités des terres élevées et les fentes perpendiculaires des montagnes; car ces pointes avancées au dessus de la surface du globe s'étant refroidies les premières, elles ont aussi présenté aux élémens extérieurs les premières fentes produites par le resserrement de la matière qui se refroidissoit. Les métaux et les minéraux ont été poussés par la sublimation, ou déposés par les eaux, dans toutes ces fentes, et c'est par cette raison qu'on les trouve presque toutes dans les hautes montagnes, et qu'on ne rencontre dans les terres plus basses que des mines de nouvelle formation : peu de temps après, les argiles se sont formées, les premiers coquillages et les premiers végétaux ont pris naissance; et, à mesure qu'ils ont péri, leurs dépouilles et leurs détrimens ont fait les pierres calcaires, et ceux des végétaux ont produit les bitumes et les charbons; et en même temps les eaux, par leur mouvement et par leurs sédimens, ont composé l'organisation de la surface de la terre par couches horizontales; ensuite les courans de ces mêmes eaux lui ont donné sa forme extérieure par angles saillans et rentrans; et ce n'est pas trop étendre le temps nécessaire pour toutes ces grandes opérations et ces immenses constructions de la nature, que de compter vingt mille ans depuis la naissance des premiers coquillages et des premiers végétaux : ils étoient déjà très-multipliés, très-nombreux, à la date de quarante-cinq mille ans de la formation de la terre; et comme les eaux, qui d'abord étoient si prodigieusement élevées, s'abaissèrent successivement et abandonnerent les terres qu'elles surmontoient auparavant, ces terres présenterent dès lors une surface toute jonchée de productions marines.

La durée du temps pendant lequel les eaux

couvroient nos continens a été très-longue; l'on n'en peut pas douter en considérant l'immense quantité de productions marines qui se trouvent jusqu'à d'assez grandes profondeurs et à de très-grandes hauteurs dans toutes les parties de la terre : et combien ne devons-nous pas encore ajouter de durée à ce temps déjà si long, pour que ces mêmes productions marines aient été brisées, réduites en poudre, et transportées par le mouvement des eaux, pour former ensuite les marbres, les pierres calcaires, et les craies! Cette longue suite de siècles, cette durée de vingt mille ans, me paroît encore trop courte pour la succession des effets que tous ces monumens nous démontrent.

Car il faut se représenter ici la marche de la nature, et même se rappeler l'idée de ses moyens. Les molécules organiques vivantes ont existé dès que les élémens d'une chaleur douce ont pu s'incorporer avec les substances qui composent les corps organisés; elles ont produit sur les parties élevées du globe une infinité de végétaux, et dans les eaux un nombre immense de coquillages, de crustacés, et de poissons, qui se sont bientôt multipliés par la voie de la génération. Cette multiplication des végétaux et des coquillages, quelque rapide qu'on puisse la supposer, n'a pu se faire que dans un grand nombre de siècles, puisqu'elle a produit des volumes aussi prodigieux que le sont ceux de leurs détrimens. En effet, pour juger de ce qui s'est passé, il faut considérer ce qui se passe : or ne faut-il pas bien des années pour que des huîtres qui s'amoncèlent dans quelques endroits de la mer s'y multiplient en assez grande quantité pour former une espèce de rocher? Et combien n'a-t-il pas fallu de siècles pour que toute la matière calcaire de la surface du globe ait été produite? Et n'est-on pas forcé d'admettre non seulement des siècles, mais des siècles de siècles, pour que ces productions marines aient été non seulement réduites en poudre, mais transportées et déposées par les eaux, de manière à pouvoir former les craies, les marnes, les marbres, et les pierres calcaires? Et combien de siècles encore ne faut-il pas admettre pour que ces mêmes matières calcaires, nouvellement déposées par les eaux, se soient purgées de leur humidité superflue, puis séchées et durcies au point qu'elles le sont aujourd'hui et depuis si long-temps?

Comme le globe terrestre n'est pas une sphère parfaite, qu'il est plus épais sous l'équateur que sous les pôles, et que l'action du soleil est aussi bien plus grande dans les climats méridionaux, il en résulte que les contrées polaires ont été refroidies plus tôt que celles de l'équateur. Ces parties polaires de la terre ont donc reçu les premières les eaux et les matières volatiles qui sont tombées de l'atmosphère : le reste de ces eaux a dû tomber ensuite sur les climats que nous appelons *tempérés*, et ceux de l'équateur auront été les derniers abreuvés. Il s'est passé bien des siècles avant que les parties de l'équateur aient été assez attiédies pour admettre les eaux; l'équilibre et même l'occupation des mers a donc été long-temps à se former et à s'établir, et les premières inondations ont dû venir des deux pôles. Mais nous avons remarqué [1] que tous les continens terrestres finissent en pointe vers les régions australes : ainsi les eaux sont venues en plus grande quantité du pôle austral que du pôle boréal, d'où elles ne pouvoient que refluer et non pas arriver, du moins avec autant de force; sans quoi les continens auroient pris une forme toute différente de celle qu'ils nous présentent; ils se seroient élargis vers les plages australes, au lieu de se rétrécir. En effet, les contrées du pôle austral ont dû se refroidir plus vite que celles du pôle boréal, et par conséquent recevoir plus tôt les eaux de l'atmosphère, parce que le soleil fait un peu moins de séjour sur cet hémisphère austral que sur le boréal; et cette cause me paroît suffisante pour avoir déterminé le premier mouvement des eaux, et le perpétuer ensuite assez long-temps pour avoir aiguisé les pointes de tous les continens terrestres.

D'ailleurs il est certain que les deux continens n'étoient pas encore séparés vers notre nord, et que même leur séparation ne s'est faite que long-temps après l'établissement de la nature vivante dans nos climats septentrionaux, puisque les éléphans ont en même temps existé en Sibérie et au Canada; ce qui prouve invinciblement la continuité de l'Asie ou de l'Europe avec l'Amérique, tandis qu'au contraire il paroît également certain que l'Afrique étoit, dès les premiers temps, séparée de l'Amérique méridionale, puisqu'on n'a pas trouvé dans cette partie du Nouveau-Monde un seul des animaux de l'ancien continent, ni aucune dépouille qui puisse indiquer qu'ils y aient autrefois existé. Il paroît que les éléphans dont on trouve les ossemens dans l'Amérique septentrionale y sont de-

1. Voyez tome I, Théorie de la terre, article *Géographie*.

meurés confinés; qu'ils n'ont pu franchir les hautes montagnes qui sont au sud de l'isthme de Panama, et qu'ils n'ont jamais pénétré dans les vastes contrées de l'Amérique méridionale : mais il est encore plus certain que les mers qui séparent l'Afrique et l'Amérique existoient avant la naissance des éléphans en Afrique; car si ces deux continens eussent été contigus, les animaux de Guinée se trouveroient au Brésil, et l'on eût trouvé des dépouilles de ces animaux dans l'Amérique méridionale, comme l'on en trouve dans les terres de l'Amérique septentrionale.

Ainsi, dès l'origine et dans le commencement de la nature vivante, les terres les plus élevées du globe et les parties de notre nord ont été les premières peuplées par les espèces d'animaux terrestres auxquels la grande chaleur convient le mieux : les régions de l'équateur sont demeurées long-temps désertes, et même arides et sans mers. Les terres élevées de la Sibérie, de la Tartarie, et de plusieurs autres endroits de l'Asie, toutes celles de l'Europe qui forment la chaîne des montagnes de Galice, des Pyrénées, de l'Auvergne, des Alpes, des Apennins, de Sicile, de la Grèce, et de la Macédoine, ainsi que les monts Riphées, Rymniques, etc., ont été les premières contrées habitées, même pendant plusieurs siècles, tandis que toutes les terres moins élevées étoient encore couvertes par les eaux.

Pendant ce long espace de durée que la mer a séjourné sur nos terres, les sédimens et les dépôts des eaux ont formé les couches horizontales de la terre, les inférieures d'argiles, et les supérieures de pierres calcaires. C'est dans la mer même que s'est opérée la pétrification des marbres et des pierres : d'abord ces matières étoient molles, ayant été successivement déposées les unes sur les autres, à mesure que les eaux les amenoient et les laissoient tomber en forme de sédiment; ensuite elles se sont peu à peu durcies par la force de l'affinité de leurs parties constituantes, et enfin elles ont formé toutes les masses des rochers calcaires, qui sont composées de couches horizontales ou également inclinées, comme le sont toutes les autres matières déposées par les eaux.

C'est dès les premiers temps de cette même période de durée que se sont déposées les argiles où se trouvent les débris des anciens coquillages; et ces animaux à coquilles n'étoient pas les seuls alors existans dans la mer; car, indépendamment des coquilles, on trouve des débris de crustacés, des pointes d'oursins, des vertèbres d'étoiles, dans ces mêmes argiles; et dans les ardoises, qui ne sont que des argiles durcies et mêlées d'un peu de bitume, on trouve, ainsi que dans les schistes, des impressions entières et très-bien conservées de plantes, de crustacés, et de poissons de différentes grandeurs : enfin, dans les minières de charbon de terre, la masse entière de charbon ne paroît composée que de débris de végétaux. Ce sont là les plus anciens monumens de la nature vivante, et les premières productions organisées tant de la mer que de la terre.

Les régions septentrionales, et les parties les plus élevées du globe, et surtout les sommets des montagnes dont nous avons fait l'énumération, et qui, pour la plupart, ne présentent aujourd'hui que des faces sèches et des sommets stériles, ont donc autrefois été des terres fécondes, et les premières où la nature se soit manifestée, parce que ces parties du globe ayant été bien plus tôt refroidies que les terres plus basses ou plus voisines de l'équateur, elles auront les premières reçu les eaux de l'atmosphère et toutes les autres matières qui pouvoient contribuer à la fécondation. Ainsi l'on peut présumer qu'avant l'établissement fixe des mers toutes les parties de la terre qui se trouvoient supérieures aux eaux ont été fécondées, et qu'elles ont dû, dès lors et dans ce temps, produire les plantes dont nous retrouvons aujourd'hui les impressions dans les ardoises, et toutes les substances végétales qui composent les charbons de terre.

Dans ce même temps où nos terres étoient couvertes par la mer, et tandis que les bancs calcaires de nos collines se formoient des détrimens de ses productions, plusieurs monumens nous indiquent qu'il se détachoit du sommet des montagnes primitives, et des autres parties découvertes du globe, une grande quantité de substances vitrescibles, lesquelles sont venues par alluvion, c'est-à-dire par le transport des eaux, remplir les fentes et les autres intervalles que les masses calcaires laissoient entre elles. Ces fentes perpendiculaires, ou légèrement inclinées dans les bancs calcaires, se sont formées par le resserrement de ces matières calcaires, lorsqu'elles se sont séchées et endurcies, de la même manière que s'étoient faites précédemment les premières fentes perpendiculaires dans les montagnes vitrescibles produites par le feu, lorsque ces matières se sont resserrées par leur consolidation. Les pluies, les vents, et les autres agens extérieurs, avoient déjà détaché de ces masses

vitrescibles une grande quantité de petits fragmens que les eaux transportoient en différens endroits. En cherchant des mines de fer dans des collines de pierres calcaires, j'ai trouvé plusieurs fentes et cavités remplies de mines de fer en grains, mêlées de sable vitrescible et de petits cailloux arrondis. Ces sacs ou nids de mine de fer ne s'étendent pas horizontalement, mais descendent presque perpendiculairement, et ils sont tous situés sur la crête la plus élevée des collines calcaires[1]. J'ai reconnu plus d'une centaine de ces sacs, et j'en ai trouvé huit principaux et très-considérables dans la seule étendue de terrain qui avoisine mes forges, à une ou deux lieues de distance: toutes ces mines étoient en grains assez menus, et plus ou moins mélangées de sable vitrescible et de petits cailloux. J'ai fait exploiter cinq de ces mines pour l'usage de mes fourneaux: on a fouillé les unes à cinquante ou soixante pieds, et les autres jusqu'à cent soixante-quinze pieds de profondeur: elles sont toutes également situées dans les fentes des rochers calcaires; et il n'y a dans cette contrée ni roc vitrescible, ni quartz, ni grès, ni cailloux, ni granites; en sorte que ces mines de fer, qui sont en grains plus ou moins gros, et qui sont toutes plus ou moins mélangées de sable vitrescible et de petits cailloux, n'ont pu se former dans les matières calcaires où elles sont renfermées de tous côtés comme entre deux murailles, et par conséquent elles y ont été amenées de loin par le mouvement des eaux, qui les y auront déposées en même temps qu'elles déposoient ailleurs des glaises et d'autres sédimens; car ces sacs de mines de fer en grains sont tous surmontés ou latéralement accompagnés d'une espèce de terre limoneuse rougeâtre, plus pétrissable, plus pure, et plus fine que l'argile commune. Il paroît même que cette terre limoneuse, plus ou moins colorée de la teinture rouge que le fer donne à la terre, est l'ancienne matrice de ces mines de fer, et que c'est dans cette même terre que les grains métalliques ont dû se former avant leur transport. Ces mines, quoique situées dans des collines entièrement calcaires, ne contiennent aucun gravier de cette même nature; il se trouve seulement, à mesure qu'on descend, quelques masses isolées de pierres calcaires, autour desquelles tournent les veines de la mine, toujours accompagnées de la terre rouge, qui souvent traverse les veines de la mine ou bien est appliquée contre les parois des rochers calcaires qui la renferment. Et ce qui prouve d'une manière évidente que ces dépôts de mines se sont faits par le mouvement des eaux, c'est qu'après avoir vidé les fentes et cavités qui les contiennent, on voit, à ne pouvoir s'y tromper, que les parois de ces fentes ont été usées et même polies par l'eau, et que, par conséquent, elle les a remplies et baignées pendant un assez long temps, avant d'y avoir déposé la mine de fer, les petits cailloux, le sable vitrescible, et la terre limoneuse dont ces fentes sont actuellement remplies: et l'on ne peut pas se prêter à croire que les grains de fer se soient formés dans cette terre limoneuse depuis qu'elle a été déposée dans ces fentes de rochers; car une chose tout aussi évidente que la première s'oppose à cette idée, c'est que la quantité de mines de fer paroît surpasser de beaucoup celle de la terre limoneuse. Les grains de cette substance métallique ont, à la vérité, tous été formés dans cette même terre, qui n'a elle-même été produite que par le résidu des matières animales et végétales, dans lequel nous démontrerons la production du fer en grains; mais cela s'est fait avant leur transport et leur dépôt dans les fentes des rochers. La terre limoneuse, les grains de fer, le sable vitrescible et les petits cailloux, ont été transportés et déposés ensemble; et si depuis il s'est formé dans cette même terre des grains de fer, ce ne peut être qu'en petite quantité. J'ai tiré de chacune de ces mines plusieurs milliers de tonneaux; et, sans avoir mesuré exactement la quantité de terre limoneuse qu'on a laissée dans ces mêmes cavités, j'ai vu qu'elle étoit bien moins considérable que la quantité de mine de fer dans chacune.

Mais ce qui prouve encore que ces mines de fer en grains ont été toutes amenées par le mouvement des eaux, c'est que, dans ce même canton, à trois lieues de distance, il y a une assez grande étendue de terrain formant une espèce de petite plaine au dessus des collines calcaires, et aussi élevée que celles dont je viens de parler, et qu'on trouve dans ce terrain une grande quantité de mine de fer en grains qui est très-différemment mélangée et autrement située: car, au lieu d'occuper les fentes perpendiculaires et les cavités intérieures des rochers calcaires, au lieu de former un ou plusieurs

1. Je puis encore citer ici les mines de fer en pierre qui se trouvent en Champagne, et qui sont *ensachées* entre les rochers calcaires, dans des directions et des inclinaisons différentes, perpendiculaires ou obliques.

sacs perpendiculaires, cette mine de fer est au contraire déposée en *nappe*, c'est-à-dire par couches horizontales, comme tous les autres sédimens des eaux; au lieu de descendre profondément comme les premières, elle s'étend presque à la surface du terrain sur une épaisseur de quelques pieds; au lieu d'être mélangée de cailloux et de sable vitrescible, elle n'est, au contraire, mêlée partout que de graviers et de sables calcaires. Elle présente de plus un phénomène remarquable : c'est un nombre prodigieux de cornes d'ammon et d'autres anciens coquillages, en sorte qu'il semble que la mine entière en soit composée, tandis que dans les huit autres mines dont j'ai parlé ci-dessus, il n'existe pas le moindre vestige de coquilles, ni même aucun fragment, aucun indice du genre calcaire, quoiqu'elles soient enfermées entre des masses de pierres entièrement calcaires. Cette autre mine, qui contient un nombre si prodigieux de débris de coquilles marines, même des plus anciennes, aura donc été transportée avec tous ces débris de coquilles par le mouvement des eaux, et déposée en forme de sédiment par couches horizontales; et les grains de fer qu'elle contient, et qui sont encore bien plus petits que ceux des premières mines, mêlées de cailloux, auront été amenés avec les coquilles mêmes. Ainsi le transport de toutes ces matières et le dépôt de toutes ces mines de fer en grains se sont faits par alluvion à peu près dans le même temps, c'est-à-dire lorsque les mers couvroient encore nos collines calcaires.

Et le sommet de toutes ces collines, ni les collines elles-mêmes, ne nous représentent plus à beaucoup près le même aspect qu'elles avoient lorsque les eaux les ont abandonnées. A peine leur forme primitive s'est-elle maintenue; leurs angles saillans et rentrans sont devenus plus obtus, leurs pentes moins rapides, leurs sommets moins élevés et plus chenus; les pluies en ont détaché et entraîné les terres : les collines se sont donc rabaissées peu à peu, et les vallons se sont en même temps remplis de ces terres entraînées par les eaux pluviales ou courantes. Qu'on se figure ce que devoit être autrefois la forme du terrain à Paris et aux environs : d'une part sur les collines de Vaugirard jusqu'à Sèvre, on voit des carrières de pierres calcaires remplies de coquilles pétrifiées; de l'autre côté, vers Montmartre, des collines de plâtre et de matières argileuses; et ces collines, à peu près également élevées au dessus de la Seine, ne sont aujourd'hui que d'une hauteur très-médiocre; mais au fond des puits que l'on a faits à Bicêtre et à l'École militaire on a trouvé des bois travaillés de main d'homme à soixante-quinze pieds de profondeur. Ainsi l'on ne peut douter que cette vallée de la Seine ne se soit remplie de plus de soixante-quinze pieds, seulement depuis que les hommes existent : et qui sait de combien les collines adjacentes ont diminué dans le même temps par l'effet des pluies, et quelle étoit l'épaisseur de terre dont elles étoient autrefois revêtues? Il en est de même de toutes les autres collines et de toutes les autres vallées; elles étoient peut-être du double plus élevées et du double plus profondes dans le temps que les eaux de la mer les ont laissées à découvert. On est même assuré que les montagnes s'abaissent encore tous les jours et que les vallées se remplissent à peu près dans la même proportion; seulement cette diminution de la hauteur des montagnes, qui ne se fait aujourd'hui que d'une manière presque insensible, s'est faite beaucoup plus vite dans les premiers temps, en raison de la plus grande rapidité de leur pente, et il faudra maintenant plusieurs milliers d'années pour que les inégalités de la surface de la terre se réduisent encore autant qu'elles l'ont fait en peu de siècles dans les premiers âges.

Mais revenons à cette époque antérieure où les eaux, après être arrivées des régions polaires, ont gagné celles de l'équateur. C'est dans ces terres de la zone torride où se sont faits les plus grands bouleversemens : pour en être convaincu, il ne faut que jeter les yeux sur un globe géographique; on reconnoîtra que presque tout l'espace compris entre les cercles de cette zone ne présente que les débris de continens bouleversés et d'une terre ruinée. L'immense quantité d'îles, de détroits, de hauts et de bas-fonds, de bras de mer et de terre entrecoupés, prouve les nombreux affaissemens qui se sont faits dans cette vaste partie du monde. Les montagnes y sont plus élevées, les mers plus profondes, que dans tout le reste de la terre; et c'est sans doute lorsque ces grands affaissemens se sont faits dans les contrées de l'équateur que les eaux qui couvroient nos continens se sont abaissées et retirées en coulant à grands flots vers ces terres du midi, dont elles ont rempli les profondeurs en laissant à découvert d'abord les parties les plus élevées des terres, ensuite toute la surface de nos continens.

Qu'on se représente l'immense quantité

des matières de toute espèce qui ont alors été transportées par les eaux : combien de sédimens de différente nature n'ont-elles pas déposés les uns sur les autres, et combien, par conséquent, la première face de la terre n'a-t-elle pas changé par ces révolutions ! D'une part, le flux et le reflux donnoient aux eaux un mouvement constant d'orient en occident ; d'autre part, les alluvions venant des pôles croisoient ce mouvement, et déterminoient les efforts de la mer autant et peut-être plus vers l'équateur que vers l'occident. Combien d'irruptions particulières se sont faites alors de tous côtés ! A mesure que quelque grand affaissement présentoit une nouvelle profondeur, la mer s'abaissoit et les eaux couroient pour la remplir ; et quoiqu'il paroisse aujourd'hui que l'équilibre des mers soit à peu près établi, et que toute leur action se réduise à gagner quelque terrain vers l'occident et en laisser à découvert vers l'orient, il est néanmoins très-certain qu'en général les mers baissent tous les jours de plus en plus, et qu'elles baisseront encore à mesure qu'il se fera quelque nouvel affaissement, soit par l'effet des volcans et des tremblemens de terre, soit par des causes plus constantes et plus simples : car toutes les parties caverneuses de l'intérieur du globe ne sont pas encore affaissées ; les volcans et les secousses des tremblemens de terre en sont une preuve démonstrative. Les eaux mineront peu à peu les voûtes et les remparts de ces cavernes souterraines ; et lorsqu'il s'en écroulera quelques-unes, la surface de la terre, se déprimant dans ces endroits, formera de nouvelles vallées dont la mer viendra s'emparer. Néanmoins, comme ces événemens, qui, dans les commencemens, devoient être très-fréquens, sont actuellement assez rares, on peut croire que la terre est à peu près parvenue à un état assez tranquille pour que ses habitans n'aient plus à redouter les désastreux effets de ces grandes convulsions.

L'établissement de toutes les matières métalliques et minérales a suivi d'assez près l'établissement des eaux ; celui des matières argileuses et calcaires a précédé leur retraite ; la formation, la situation, la position de toutes ces dernières matières, datent du temps où la mer couvroit les continens. Mais nous devons observer que le mouvement général des mers ayant commencé de se faire alors comme il se fait encore aujourd'hui d'orient en occident, elles ont travaillé la surface de la terre dans ce sens d'orient en occident autant et peut-être plus qu'elles ne l'avoient fait précédemment dans le sens du midi au nord. L'on n'en doutera pas si l'on fait attention à un fait très-général et très-vrai : c'est que, dans tous les continens du monde, la pente des terres, à la prendre du sommet des montagnes, est toujours beaucoup plus rapide du côté de l'occident que du côté de l'orient[1] ; cela est évident dans le continent entier de l'Amérique, où les sommets de la chaîne des Cordilières sont très-voisins partout des mers de l'ouest, et sont très-éloignés de la mer de l'est. La chaîne qui sépare l'Afrique dans sa longueur, et qui s'étend depuis le cap de Bonne-Espérance jusqu'aux monts de la Lune, est aussi plus voisine des mers à l'ouest qu'à l'est. Il en est de même des montagnes qui s'étendent depuis le cap Comorin dans la presqu'île de l'Inde ; elles sont bien plus près de la mer à l'orient qu'à l'occident ; et si nous considérons les presqu'îles, les promontoires, les îles, et toutes les terres environnées de la mer, nous reconnoîtrons partout que les pentes sont courtes et rapides vers l'occident, et qu'elles sont douces et longues vers l'orient : les revers de toutes les montagnes sont de même plus escarpés à l'ouest qu'à l'est, parce que le mouvement général des mers s'est toujours fait d'orient en occident, et qu'à mesure que les eaux se sont abaissées elles ont détruit les terres et dépouillé les revers des montagnes dans le sens de leur chute, comme l'on voit dans une cataracte les rochers dépouillés et les terres creusées par la chute continuelle de l'eau. Ainsi tous les continens terrestres ont été d'abord aiguisés en pointe vers le midi par les eaux qui sont venues du pôle austral plus abondamment que du pôle boréal ; et ensuite ils ont été tous escarpés en pente plus rapide à l'occident qu'à l'orient, dans le temps subséquent où ces mêmes eaux ont obéi au seul mouvement général qui les porte constamment d'orient en occident.

ADDITIONS DE BUFFON.

(*Sur la page* 114.)

On voit plusieurs exemples de plantes qui croissent dans les eaux thermales les plus chaudes, et M. Sonnerat a trouvé des poissons dans une eau dont la chaleur étoit si active, qu'il ne pouvoit y plonger la main.

1. Voyez les *Additions de Buffon*, page 131.

Voici l'extrait de sa relation à ce sujet : « Je trouvai, dit-il, à deux lieues de Calamba, dans l'île de Luçon, près du village de Bally, un ruisseau dont l'eau étoit chaude au point que le thermomètre, division de Réaumur, plongé dans ce ruisseau, à une lieue de sa source, marquoit encore 69 degrés. J'imaginois, en voyant un pareil degré de chaleur, que toutes les productions de la nature devoient être éteintes sur les bords du ruisseau, et je fus très-surpris de voir trois arbrisseaux très-vigoureux dont les racines trempoient dans cette eau bouillante, et dont les branches étoient environnées de sa vapeur; elle étoit si considérable, que les hirondelles qui osoient traverser ce ruisseau à la hauteur de sept ou huit pieds y tomboient sans mouvement. L'un de ces trois arbrisseaux étoit un *agnus castus*, et les deux autres des *aspalathus*. Pendant mon séjour dans ce village, je ne bus d'autre eau que celle de ce ruisseau, que je faisois refroidir : son goût me parut terreux et ferrugineux. On a construit différens bains sur ce ruisseau, dont les degrés de chaleur sont proportionnés à la distance de la source. Ma surprise redoubla lorsque je vis le premier bain : des poissons nageoient dans cette eau où je ne pouvois plonger la main. Je fis tout ce qu'il me fut possible pour me procurer quelques-uns de ces poissons; mais leur agilité et la maladresse des gens du pays ne me permirent pas d'en prendre un seul. Je les examinai nageant; mais la vapeur de l'eau ne me permit pas de les distinguer assez bien pour les rapprocher de quelque genre : je les reconnus cependant pour des poissons à écailles brunes; la longueur des plus grands étoit de quatre pouces. J'ignore comment ces poissons sont parvenus dans ces bains. »

M. Sonnerat appuie son récit du témoignage de M. Prevost, commissaire de la marine, qui a parcouru avec lui l'intérieur de l'île de Luçon. Voici comment est conçu ce témoignage :

« Vous avez eu raison, monsieur, de faire part à M. de Buffon des observations que vous avez rassemblées dans le voyage que nous avons fait ensemble. Vous désirez que je confirme par écrit celle qui nous a si fort surpris dans le village de Bally, situé sur le bord de la lagune de Manille, à *Los-Bagnos :* je suis fâché de n'avoir point ici la note de nos observations faites avec le thermomètre de M. de Réaumur; mais je me rappelle très-bien que l'eau du petit ruisseau qui passe dans ce village pour se jeter dans le lac fit monter le mercure à 66 ou 67 degrés, quoiqu'il n'eût été plongé qu'à une lieue de sa source : les bords de ce ruisseau sont garnis d'un gazon toujours vert. Vous n'aurez sûrement pas oublié cet *agnus castus* que nous avons vu en fleur, dont les racines étoient mouillées de l'eau de ce ruisseau, et la tige continuellement enveloppée de la fumée qui en sortoit. Le père franciscain, curé de la paroisse de ce village, m'a aussi assuré avoir vu des poissons dans ce même ruisseau : quant à moi, je ne puis le certifier; mais j'en ai vu dans l'un des bains dont la chaleur faisoit monter le mercure à 48 et 50 degrés. Voilà ce que vous pouvez certifier avec assurance. *Signé* Prevost. » (*Voyage à la Nouvelle-Guinée*, par M. Sonnerat, correspondant de l'Académie des Sciences et du Cabinet du Roi; Paris, 1776; pages 38 et suiv.)

Je ne sache pas qu'on ait trouvé des poissons dans nos eaux thermales; mais il est certain que, dans celles mêmes qui sont les plus chaudes, le fond du terrain est tapissé de plantes. M. l'abbé Mazéas dit expressément que dans l'eau presque bouillante de la solfatare de Viterbe le fond du bassin est couvert des mêmes plantes qui croissent au fond des lacs et des marais. (*Mémoires des savans étrangers*, tome V, page 325.)

(*Sur la page* 115.)

Les grosses dents à pointes mousses dont nous avons parlé indiquent une espèce gigantesque, relativement aux autres espèces, et même à celle de l'éléphant; mais cette espèce gigantesque n'existe plus. D'autres grosses dents, dont la face qui broie est figurée en trèfle, comme celle des hippopotames, et qui néanmoins sont quatre fois plus grosses que celles des hippopotames actuellement subsistans, démontrent qu'il y a eu des individus très-gigantesques dans l'espèce de l'hippopotame. D'énormes fémurs, plus grands et beaucoup plus épais que ceux de nos éléphans, démontrent la même chose pour les éléphans; et nous pouvons citer encore quelques exemples qui vont à l'appui de notre opinion sur les animaux gigantesques.

On a trouvé auprès de Rome, en 1772, une tête de bœuf pétrifiée, dont le P. Jacquier a donné la description. « La longueur du front, comprise entre les deux cornes, est, dit-il, de 2 pieds 3 pouces; la distance entre les orbites des yeux, de 14 pouces; celle depuis la portion supérieure du front jusqu'à

l'orbite de l'œil, de 1 pied 6 pouces; la circonférence d'une corne mesurée dans le bourrelet inférieur, de 1 pied 6 pouces; la longueur d'une corne mesurée dans toute sa courbure, de 4 pieds; la distance des sommets des cornes, de 3 pieds : l'intérieur est d'une pétrification très-dure : cette tête a été trouvée dans un fonds de pouzzolane, à la profondeur de plus de 20 pieds. »

« On voyoit, en 1768, dans la cathédrale de Strasbourg, une très-grosse corne de bœuf, suspendue par une chaîne contre un pilier près du chœur; elle m'a paru excéder trois fois la grandeur ordinaire de celles des plus grands bœufs : comme elle est fort élevée, je n'ai pu en prendre les dimensions; mais je l'ai jugée d'environ 4 pieds 1/2 de longueur sur 7 à 8 pouces de diamètre au gros bout [1]. »

Lionel Waffer rapporte qu'il a vu, au Mexique, des ossemens et des dents d'une prodigieuse grandeur; entre autres une dent de 3 pouces de large sur 4 pouces de longueur, et que les plus habiles gens du pays ayant été consultés jugèrent que la tête ne pouvoit pas avoir moins d'une aune de largeur. (Waffer, *Voyage en Amérique*, page 367.)

C'est peut-être la même dent dont parle le P. Acosta. « J'ai vu, dit-il, une dent molaire qui m'étonna beaucoup par son énorme grandeur, car elle étoit aussi grosse que le poing d'un homme. » Le P. Torquemado, franciscain, dit aussi qu'il a eu en son pouvoir une dent molaire deux fois aussi grosse que le poing, et qui pesoit plus de deux livres : il ajoute que, dans cette même ville de Mexico, au couvent de Saint-Augustin, il avoit vu un os fémur si grand, que l'individu auquel cet os avoit appartenu devoit avoir été haut de 11 à 12 coudées, c'est-à-dire 17 ou 18 pieds, et que la tête dont la dent avoit été tirée étoit aussi grosse qu'une de ces grandes cruches dont on se sert en Castille pour mettre le vin.

Philippe Hernandes rapporte qu'on trouve à Tezcaco et à Tosuea plusieurs os de grandeur extraordinaire, et que, parmi ces os, il y a des dents molaires larges de 5 pouces et hautes de 10; d'où l'on doit conjecturer que la grosseur de la tête à laquelle elles appartenoient étoit si énorme, que deux hommes auroient à peine pu l'embrasser. Don Lorenzo Boturini Benaduci dit aussi que, dans la Nouvelle-Espagne, surtout dans les hauteurs de Santa-Fé et dans le territoire de la Puebla et de Tlascallan, on trouve des os énormes et des dents molaires, dont une qu'il conservoit dans son cabinet est cent fois plus grosse que les plus grosses dents humaines. (*Gigantologie espagnole*, par le P. Torrubia, *Journal étranger*, novembre 1760.)

L'auteur de cette *Gigantologie espagnole* attribue ces dents énormes et ces grands os à des géans de l'espèce humaine. Mais est-il croyable qu'il y ait jamais eu des hommes dont la tête ait eu 8 à 10 pieds de circonférence? N'est-il pas même assez étonnant que, dans l'espèce de l'hippopotame ou de l'éléphant, il y en ait eu de cette grandeur? Nous pensons donc que ces énormes dents sont de la même espèce que celles qui ont été trouvées nouvellement en Canada sur la rivière d'Ohio, que nous avons dit appartenir à un animal inconnu dont l'espèce étoit autrefois existante en Tartarie, en Sibérie, au Canada, et s'est étendue depuis les Illinois jusqu'au Mexique. Et comme ces auteurs espagnols ne disent pas que l'on ait trouvé, dans la Nouvelle-Espagne, des défenses d'éléphans mêlées avec ces grosses dents molaires, cela nous fait présumer qu'il y avoit en effet une espèce différente de celle de l'éléphant, à laquelle ces grosses dents molaires appartenoient, laquelle est parvenue jusqu'au Mexique. Au reste, les grosses dents d'hippopotame paroissent avoir été anciennement connues; car saint Augustin dit avoir vu une dent molaire si grosse, qu'en la divisant elle auroit fait cent dents molaires d'un homme ordinaire [2]. Fulgose dit aussi qu'on a trouvé en Sicile des dents dont chacune pesoit trois livres [3].

M. John Sommer rapporte avoir trouvé à Chatham, près de Cantorbery, à 17 pieds de profondeur, quelques os étrangers et monstrueux, les uns entiers, les autres rompus, et quatre dents saines et parfaites pesant chacune un peu plus d'une demi-livre, grosses à peu près comme le poing d'un homme : toutes quatre étoient des dents molaires ressemblant assez aux dents molaires de l'homme, si ce n'est par la grosseur. Il dit que Louis Vives parle d'une dent encore plus grosse [4] qui lui fut montrée pour une dent de saint Christophe. Il dit aussi qu'Acosta rapporte avoir vu dans les Indes une dent semblable qui avoit été tirée de terre avec plusieurs autres os, lesquels rassemblés et arrangés représentoient un homme d'une

1. Note communiquée à M. de Buffon, par M. Grignon, le 24 septembre 1777.

2. *De Civitate Dei*, lib. XV, cap. IX.

3. Lib. I, cap. VI.

4. *Dens molaris pugno major.*

structure prodigieuse, ou plutôt monstrueuse[1]. Nous aurions pu, dit judicieusement M. Sommer, juger de même des dents qu'on a tirées de la terre auprès de Cantorbery, si l'on n'eût pas trouvé avec ces mêmes dents des os qui ne pouvoient être des os d'homme; quelques personnes qui les ont vues ont jugé que les os et les dents étoient d'un hippopotame. Deux de ces dents sont gravées dans une planche qui est à la tête du nº 272 des *Transactions philosophiques*, fig. 9.

On peut conclure de ces faits que la plupart des grands os trouvés dans le sein de la terre sont des os d'éléphans et d'hippopotames; mais il me paroît certain, par la comparaison immédiate des énormes dents à pointes mousses avec les dents de l'éléphant et de l'hippopotame, qu'elles ont appartenu à un animal beaucoup plus gros que l'un et l'autre, et que l'espèce de ce prodigieux animal ne subsiste plus aujourd'hui.

Dans les éléphans actuellement existans, il est extrêmement rare d'en trouver dont les défenses aient six pieds de longueur. Les plus grandes sont communément de cinq pieds à cinq pieds et demi, et par conséquent l'ancien éléphant auquel a appartenu la défense de dix pieds de longueur, dont nous avons les fragmens, étoit un géant dans cette espèce, aussi bien que celui dont nous avons un fémur d'un tiers plus gros et plus grand que les fémurs des éléphans ordinaires.

Il en est de même dans l'espèce de l'hippopotame; j'ai fait arracher les deux plus grosses dents molaires de la plus grande tête d'hippopotame que nous ayons au Cabinet du Roi : l'une de ces dents pèse 10 onces, et l'autre 9 onces 1/2. J'ai pesé ensuite deux dents, l'une trouvée en Sibérie, et l'autre au Canada; la première pèse 2 livres 12 onces, et la seconde 2 livres 2 onces. Ces anciens hippopotames étoient, comme l'on voit, bien gigantesques en comparaison de ceux qui existent aujourd'hui.

L'exemple que nous avons cité de l'énorme tête de bœuf pétrifiée trouvée aux environs de Rome prouve aussi qu'il y a eu de prodigieux géans dans cette espèce, et nous pouvons le démontrer par plusieurs autres monumens. Nous avons au Cabinet du Roi : 1° Une corne d'une belle couleur verdâtre, très-lisse et bien contournée, qui est évidemment une corne de bœuf; elle porte 25 pouces de circonférence à la base, et sa longueur est de 42 pouces; sa cavité contient 11 pintes 1/4 de Paris. 2° Un os de l'intérieur de la corne d'un bœuf, du poids de 7 livres; tandis que le plus grand os de nos bœufs, qui soutient la corne, ne pèse qu'une livre. Cet os a été donné pour le Cabinet du Roi par M. le comte de Tressan, qui joint au goût et aux talens beaucoup de connoissances en histoire naturelle. 3° Deux os de l'intérieur des cornes d'un bœuf réunis par un morceau du crâne, qui ont été trouvés à 25 pieds de profondeur dans les couches de tourbe, entre Amiens et Abbeville, et qui m'ont été envoyés pour le Cabinet du Roi : ce morceau pèse 17 livres; ainsi chaque os de la corne, étant séparé de la portion du crâne, pèse au moins 7 livres 1/2. J'ai comparé les dimensions comme les poids de ces différens os : celui du plus gros bœuf qu'on a pu trouver à la boucherie de Paris n'avoit que 13 pouces de longueur sur 7 pouces de circonférence à la base, tandis que des deux autres tirés du sein de la terre, l'un a 24 pouces de longueur sur 12 pouces de circonférence à la base, et l'autre 27 pouces de longueur sur 13 de circonférence. En voilà plus qu'il n'en faut pour démontrer que, dans l'espèce du bœuf, comme dans celles de l'hippopotame et de l'éléphant, il y a eu de prodigieux géans.

(*Sur la page* 115.)

Sur cela nous observerons, avec M. Lehman, qu'on ne trouve guère des empreintes de plantes dans les mines d'ardoise, à l'exception de celles qui accompagnent les mines de charbon de terre; et qu'au contraire on ne trouve ordinairement les empreintes de poissons que dans les ardoises cuivreuses.

On a remarqué que les bancs d'ardoise chargés de poissons pétrifiés, dans le comté de Mansfeld, sont surmontés d'un banc de pierres appelées *puantes;* c'est une espèce d'ardoise grise, qui a tiré son origine d'une eau croupissante, dans laquelle les poissons avoient pourri avant de se pétrifier. (*Leeberoth, Journal économique*, juillet 1752.)

M. Hoffman, en parlant des ardoises, dit que non seulement les poissons que l'on y trouve pétrifiés ont été des créatures vivantes, mais que les couches d'ardoises n'ont été que le dépôt d'une eau fangeuse, qui, après avoir fermenté et s'être pétrifiée, s'étoit précipitée par couches très-minces.

« Les ardoises d'Angers, dit M. Guettard, présentent quelquefois des empreintes de plantes et de poissons qui méritent d'autant plus d'attention, que les plantes auxquelles

1. *Deformed highness or greatness.*

ces empreintes sont dues étoient des *fucus* de mer, et que celles des poissons représentent différens crustacés ou animaux de la classe des écrevisses, dont les empreintes sont plus rares que celles des poissons et des coquillages. Il ajoute qu'après avoir consulté plusieurs auteurs qui ont écrit sur les poissons, les écrevisses, et les crabes, il n'a rien trouvé de ressemblant aux empreintes en question, si ce n'est le *pou* de mer, qui y a quelques rapports, mais qui en diffère néanmoins par le nombre de ses anneaux, qui sont au nombre de treize; au lieu que les anneaux ne sont qu'au nombre de sept ou huit dans les empreintes de l'ardoise : les empreintes de poissons se trouvent communément parsemées de matière pyriteuse et blanchâtre. Une singularité, qui ne regarde pas plus les ardoises d'Angers que celles des autres pays, tombe sur la fréquence des empreintes de poissons et la rareté des coquillages dans les ardoises, tandis qu'elles sont si communes dans les pierres à chaux ordinaires. » (*Mémoires de l'Académie des Sciences,* année 1757, page 52.)

On peut donner des preuves démonstratives que tous les charbons de terre ne sont composés que de débris de végétaux, mêlés avec du bitume et du soufre, ou plutôt de l'acide vitriolique, qui se fait sentir dans la combustion : on reconnoît les végétaux souvent en grand volume dans les couches supérieures des veines de charbon de terre; et, à mesure que l'on descend, on voit les nuances de la décomposition de ces mêmes végétaux. Il y a des espèces de charbon de terre qui ne sont que des bois fossiles : celui qui se trouve à Sainte-Agnès, près Lons-le-Saunier, ressemble parfaitement à des bûches ou tronçons de sapins; on y remarque très-distinctement les veines de chaque crue annuelle, ainsi que le cœur : ces tronçons ne diffèrent des sapins ordinaires qu'en ce qu'ils sont ovales sur la longueur, et que leurs veines forment autant d'ellipses concentriques. Ces bûches n'ont guère qu'environ un pied de tour, et leur écorce est très-épaisse et fort crevassée, comme celle des vieux sapins; au lieu que les sapins ordinaires de pareille grosseur ont toujours une écorce assez lisse.

« J'ai trouvé, dit M. de Gensanne, plusieurs filons de ce même charbon dans le diocèse de Montpellier : ici les tronçons sont très-gros, leur tissu est très-semblable à celui des châtaigniers de trois à quatre pieds de tour. Ces sortes de fossiles ne donnent au feu qu'une légère odeur d'asphalte; ils brûlent, donnent de la flamme et de la braise comme le bois; c'est ce qu'on appelle communément en France de la *houille;* elle se trouve fort près de la surface du terrain : ces houilles annoncent, pour l'ordinaire, du véritable charbon de terre à de plus grandes profondeurs. (*Histoire naturelle du Languedoc,* par M. de Gensanne, tome I, page 20.)

Ces charbons ligneux doivent être regardés comme des bois déposés dans une terre bitumineuse à laquelle est due leur qualité de charbons fossiles : on ne les trouve jamais que dans ces sortes de terres, et toujours assez près de la surface du terrain; il n'est pas même rare qu'ils forment la tête des veines d'un véritable charbon; il y en a qui, n'ayant reçu que peu de substance bitumineuse, ont conservé leurs nuances de couleur de bois. « J'en ai trouvé de cette espèce, dit M. de Gensanne, aux Cazarets, près de Saint-Jean-de-Cucul, à quatre lieues de Montpellier; mais pour l'ordinaire la fracture de ce fossile présente une surface lisse, entièrement semblable à celle du jayet. Il y a dans le même canton, près d'Aseras, du bois fossile qui est en partie changé en une vraie pyrite blanche ferrugineuse. La matière minérale y occupe le cœur du bois, et on y remarque très-distinctement la substance ligneuse, rongée en quelque sorte et dissoute par l'acide minéraliseur. » (*Histoire naturelle du Languedoc,* tome I, page 54.)

J'avoue que je suis surpris de voir qu'après de pareilles preuves rapportées par M. de Gensanne lui-même, qui d'ailleurs est bon minéralogiste, il attribue néanmoins l'origine du charbon de terre à l'argile plus ou moins imprégnée de bitume : non seulement les faits que je viens de citer d'après lui démentent cette opinion, mais on verra, par ceux que je vais rapporter, qu'on ne doit attribuer qu'aux détrimens des végétaux mêlés de bitumes la masse entière de toutes les espèces de charbons de terre.

Je sens bien que M. de Gensanne ne regarde pas ces bois fossiles, non plus que la tourbe et même la houille, comme de véritables charbons de terre entièrement formés; et en cela je suis de son avis. Celui qu'on trouve auprès de Lons-le-Saunier a été examiné nouvellement par M. le président de Ruffey, savant académicien de Dijon. Il dit que ce bois fossile s'approche beaucoup de la nature des charbons de terre, mais qu'on le trouve à deux ou trois pieds de la surface de la terre dans une étendue de deux lieues

sur trois à quatre pieds d'épaisseur, et que l'on reconnoît encore facilement les espèces de bois de chêne, charme, hêtre, tremble; qu'il y a du bois de corde et du fagotage; que l'écorce des bûches est bien conservée, qu'on y distingue les cercles des sèves et les coups de hache, et qu'à différentes distances on voit des amas de copeaux; qu'au reste ce charbon dans lequel le bois s'est changé est excellent pour souder le fer; que néanmoins il répand, lorsqu'on le brûle, une odeur fétide, et qu'on en a extrait de l alun. (*Mémoires de l'Académie de Dijon*, tome I, page 47.)

« Près du village nommé *Beichlitz*, à une lieue environ de la ville de Halle, on exploite deux couches composées d'une terre bitumineuse et de bois fossile (il y a plusieurs mines de cette espèce dans le pays de Hesse), et celui-ci est semblable à celui que l'on trouve dans le village de Sainte-Agnès en Franche-Comté, à deux lieues de Lons-le-Saunier. Cette mine est dans le terrain de Saxe; la première couche est à trois toises et demie de profondeur perpendiculaire, et de 8 à 9 pieds d'épaisseur: pour y parvenir on traverse un sable blanc, ensuite une argile blanche et grise qui sert de toit, et qui a trois pieds d'épaisseur; on rencontre encore au dessous une bonne épaisseur tant de sable que d argile qui recouvre la seconde couche, épaisse seulement de 3 1/2 à 4 pieds: on a sondé beaucoup plus bas sans en trouver d autres.

« Ces couches sont horizontales; mais elles plongent ou remontent à peu près comme les autres couches connues. Elles consistent en une terre brune, bitumineuse, qui est friable lorsqu'elle est sèche, et ressemble à du bois pourri. Il s'y trouve des pièces de bois de toute grosseur, qu'il faut couper à coups de hache, lorsqu'on les retire de la mine où elles sont encore mouillées. Ce bois étant sec se casse très facilement. Il est luisant dans sa cassure comme le bitume; mais on y reconnoît toute l'organisation du bois. Il est moins abondant que la terre; les ouvriers le mettent à part pour leur usage.

« Un boisseau ou deux quintaux de terre bitumineuse se vend dix-huit à vingt sous de France. Il y a des pyrites dans ces couches; la matière en est vitriolique; elle refleurit et blanchit à l'air : mais la matière bitumineuse n'est pas d'un grand débit, elle ne donne qu'une chaleur foible. » (*Voyages métallurgiques de M. Jars*, pages 320 et suivantes.)

Tout ceci prouveroit qu'en effet cette espèce de mine de bois fossile, qui se trouve si près de la surface de la terre, seroit bien plus nouvelle que les mines de charbon de terre ordinaire, qui presque toutes s'enfoncent profondément : mais cela n'empêche pas que les anciennes mines de charbon n'aient été formées des débris des végétaux, puisque, dans les plus profondes, on reconnoît la substance ligneuse et plusieurs autres caractères qui n'appartiennent qu'aux végétaux; d'ailleurs on a quelques exemples de bois fossiles trouvés en grandes masses et en lits fort étendus sous des bancs de grès et sous des rochers calcaires Voyez ce que j'en ai dit à l'article des *Additions sur les bois souterrains*. Il n'y a donc d'autre différence entre le vrai charbon de terre et ces bois charbonifiés, que le plus ou moins de décomposition, et aussi le plus ou moins d'imprégnation par les bitumes; mais le fonds de leur substance est le même, et tous doivent également leur origine aux détrimens des végétaux.

M. Le Monnier, premier médecin ordinaire du roi, et savant botaniste, a trouvé dans le schiste ou fausse ardoise qui traverse une masse de charbon de terre en Auvergne les impressions de plusieurs espèces de fougères qui lui étoient presque toutes inconnues; il croit seulement avoir remarqué l'impression des feuilles de l'osmonde royale, dont il dit n'avoir jamais vu qu'un seul pied dans toute l'Auvergne. (*Observations d'histoire naturelle par M. Le Monnier;* Paris, 1739, page 193.)

Il seroit à désirer que nos botanistes fissent des observations exactes sur les impressions des plantes qui se trouvent dans les charbons de terre, dans les ardoises, et dans les schistes : il faudroit même dessiner et graver ces impressions de plantes aussi bien que celles des crustacés, des coquilles, et des poissons, que ces mines renferment; car ce ne sera qu'après ce travail qu'on pourra prononcer sur l'existence actuelle ou passée de toutes ces espèces, et même sur leur ancienneté relative. Tout ce que nous en savons aujourd'hui c'est qu'il y en a plus d'inconnues que d'autres, et que, dans celles qu'on a voulu rapporter à des espèces bien connues, l'on a toujours trouvé des différences assez grandes pour n'être pas pleinement satisfait de la comparaison.

(*Sur la page* 116.)

« J'ai mis dans un vaisseau de faïence deux

livres de grès en poudre, dit M. Nadault; j'ai rempli le vaisseau d'eau de fontaine distillée, de façon qu'elle surnageoit le grès d'environ trois ou quatre doigts de hauteur; j'ai ensuite agité ce grès pendant l'espace de quelques minutes, et j'ai exposé le vaisseau en plein air. Quelques jours après, je me suis aperçu qu'il s'étoit formé sur ce grès une couche de plus d'un quart de pouce d'épaisseur d'une terre jaunâtre très-fine, très-grasse, et très-ductile : j'ai versé alors par inclinaison l'eau qui surnageoit, dans un autre vaisseau, et cette terre, plus légère que le grès, s'en est séparée sans qu'il s'y soit mêlé. La quantité que j'en ai retirée par cette première lotion étoit trop considérable pour pouvoir penser que, dans un espace de temps aussi court, il eût pu se faire une assez grande décomposition de grès pour avoir produit autant de terre : j'ai donc jugé qu'il falloit que cette terre fût déjà dans le grès dans le même état que je l'en avois retirée, et qu'il se faisoit peut-être ainsi continuellement une décomposition du grès dans sa propre mine. J'ai rempli ensuite le vaisseau de nouvelle eau distillée; j'ai agité le grès pendant quelques instans, et, trois jours après, j'ai encore trouvé sur ce grès une couche de terre de la même qualité que la première, mais plus mince de moitié. Ayant mis à part ces espèces de sécrétions, j'ai continué, pendant le cours de plus d'une année, cette même opération et ces expériences que j'avois commencées dans le mois d'avril; et la quantité de terre que m'a produite ce grès a diminué peu à peu, jusqu'à ce qu'au bout de deux mois, en transvidant l'eau du vaisseau qui le contenoit, je ne trouvai plus sur le grès qu'une pellicule terreuse qui n'avoit pas une ligne d'épaisseur; mais aussi pendant tout le reste de l'année, et tant que le grès a été dans l'eau, cette pellicule n'a jamais manqué de se former dans l'espace de deux ou trois jours, sans augmenter ni diminuer en épaisseur, à l'exception du temps où j'ai été obligé, par rapport à la gelée, de mettre le vaisseau à couvert, qu'il m'a paru que la décomposition du grès se faisoit un peu plus lentement. Quelque temps après avoir mis ce grès dans l'eau, j'y ai aperçu une grande quantité de paillettes brillantes et argentées, comme le sont celles du talc, qui n'y étoient pas auparavant, et j'ai jugé que c'étoit là son premier état de décomposition; que ses molécules, formées de plusieurs petites couches, s'exfolioient, comme j'ai observé qu'il arrivoit au verre dans certaines circonstances, et que ces paillettes s'atténuoient ensuite peu à peu dans l'eau, jusqu'à ce que, devenues si petites qu'elles n'avoient plus assez de surface pour réfléchir la lumière, elles acquéroient la forme et les propriétés d'une véritable terre : j'ai donc amassé et mis à part toutes les sécrétions terreuses que les deux livres de grès m'ont produites pendant le cours de plus d'une année; et lorsque cette terre a été bien sèche, elle pesoit environ cinq onces. J'ai aussi pesé le grès après l'avoir fait sécher, et il avoit diminué en pésanteur dans la même proportion, de sorte qu'il s'en étoit décomposé un peu plus de la sixième partie. Toute cette terre étoit au reste de la même qualité, et les dernières sécrétions étoient aussi grasses, aussi ductiles, que les premières, et toujours d'un jaune tirant sur l'orangé : mais comme j'y apercevois encore quelques paillettes brillantes, quelques molécules de grès qui n'étoient pas entièrement décomposées, j'ai remis cette terre avec de l'eau dans un vaisseau de verre, et je l'ai laissée exposée à l'air, sans la remuer, pendant tout un été, ajoutant de temps en temps de nouvelle eau à mesure qu'elle s'évaporoit; un mois après, cette eau a commencé à se corrompre, et elle est devenue verdâtre et de mauvaise odeur : la terre paroissoit être aussi dans un état de fermentation et de putréfaction, car il s'en élevoit une grande quantité de bulles d'air; et quoiqu'elle eût conservé à sa superficie sa couleur jaunâtre, celle qui étoit au fond du vaisseau étoit brune, et cette couleur s'étendoit de jour en jour, et paroissoit plus foncée, de sorte qu'à la fin de l'été cette terre étoit devenue absolument noire. J'ai laissé évaporer l'eau sans en remettre de nouvelle dans le vaisseau; et en ayant tiré la terre, qui ressembloit assez à de l'argile grise lorsqu'elle est humectée, je l'ai fait sécher à la chaleur du feu; et lorsqu'elle a été échauffée, il m'a paru qu'elle exhaloit une odeur sulfureuse : mais ce qui m'a surpris davantage, c'est qu'à proportion qu'elle s'est desséchée la couleur noire s'est un peu effacée, et elle est devenue aussi blanche que l'argile la plus blanche; d'où on peut conjecturer que c'étoit par conséquent une matière volatile qui lui communiquoit cette couleur brune : les esprits acides n'ont fait aucune impression sur cette terre; et lui ayant fait éprouver un degré de chaleur assez violent, elle n'a point rougi comme l'argile grise, mais elle a conservé sa blancheur; de sorte qu'il me paroît évident que cette matière que m'a produite le grès, en s'atté-

nuant et en se décomposant dans l'eau, est une véritable argile blanche. » (Note communiquée à M. de Buffon par M. Nadault, correspondant de l'Académie des Sciences, ancien avocat-général de la chambre des comptes de Dijon.)

(*Sur la page* 124.)

Cela est évident dans le continent de l'Amérique, dont les pentes sont extrêmement rapides vers les mers de l'ouest, et dont toutes les terres s'étendent en pente douce et aboutissent presque toutes à de grandes plaines du côté de la mer à l'orient. En Europe, la ligne du sommet de la Grande-Bretagne, qui s'étend du nord au sud, est bien plus proche du bord occidental que de l'oriental de l'Océan, et par la même raison, les mers qui sont à l'occident de l'Irlande et de l'Angleterre sont plus profondes que la mer qui sépare l'Angleterre et la Hollande. La ligne du sommet de la Norwège est bien plus proche de l'Océan que de la mer Baltique. Les montagnes du sommet général de l'Europe sont bien plus hautes vers l'occident que vers l'orient; et si l'on prend une partie de ce sommet depuis la Suisse jusqu'en Sibérie, il est bien plus près de la mer Baltique et de la mer Blanche qu'il ne l'est de la mer Noire et de la mer Caspienne. Les Alpes et l'Apennin règnent bien plus près de la Méditerranée que de la mer Adriatique. La chaîne de montagnes qui sort du Tyrol, et qui s'étend en Dalmatie et jusqu'à la pointe de la Morée, côtoie, pour ainsi dire, la mer Adriatique, tandis que les côtes orientales qui leur sont opposées sont plus basses. Si l'on suit en Asie la chaîne qui s'étend depuis les Dardanelles jusqu'au détroit de Babel-Mandel, on trouve que les sommets du mont Taurus, du Liban, et de toute l'Arabie, côtoient la Méditerranée et la mer Rouge, et qu'à l'orient ce sont de vastes continens où coulent des fleuves d'un long cours, qui vont se jeter dans le golfe Persique. Le sommet des fameuses montagnes de Gattes s'approche plus des mers occidentales que des mers orientales. Le sommet qui s'étend depuis les frontières occidentales de la Chine jusqu'à la pointe de Malaca est encore plus près de la mer d'Occident que de la mer d'Orient. En Afrique, la chaîne du mont Atlas envoie dans la mer des Canaries des fleuves moins longs que ceux qu'elle envoie dans l'intérieur du continent, et qui vont se perdre au loin dans des lacs et de grands marais. Les hautes montagnes qui sont à l'occident vers le cap Vert et dans toute la Guinée, lesquelles, après avoir tourné autour de Congo, vont gagner les monts de la Lune, et s'allongent jusqu'au cap de Bonne-Espérance, occupent assez régulièrement le milieu de l'Afrique. On reconnoîtra néanmoins, en considérant la mer à l'orient et à l'occident, que celle à l'orient est peu profonde, avec un grand nombre d'îles, tandis qu'à l'occident elle a plus de profondeur et très-peu d'îles; en sorte que l'endroit le plus profond de la mer occidentale est bien plus près de cette chaîne que le plus profond des mers orientales et des Indes.

On voit donc généralement, dans tous les continens, que les points de partage sont toujours beaucoup plus près des mers de l'ouest que des mers de l'est; que les revers de ces continens sont tous allongés vers l'est, et toujours raccourcis à l'ouest; que les mers des rives occidentales sont plus profondes et bien moins semées d'îles que les orientales; et même l'on reconnoîtra que, dans toutes ces mers, les côtes des îles sont toujours plus hautes et les mers qui les baignent plus profondes à l'orient qu'à l'occident.

QUATRIÈME ÉPOQUE.

Lorsque les eaux se sont retirées, et que les volcans ont commencé d'agir.

On vient de voir que les élémens de l'air et de l'eau se sont établis par le refroidissement, et que les eaux, d'abord reléguées dans l'atmosphère par la force expansive de la chaleur, sont ensuite tombées sur les parties du globe qui étoient assez attiédies pour ne les pas rejeter en vapeurs; et ces parties sont les régions polaires et toutes les montagnes. Il y a donc eu, à l'époque de trente-cinq mille ans, une vaste mer aux environs de chaque pôle, et quelques lacs ou grandes mares sur les montagnes et les terres élevées qui, se trouvant refroidies au même degré que celles des pôles, pouvoient également recevoir et conserver les eaux; ensuite, à mesure que le globe se refroidissoit, les mers des pôles, toujours alimentées et fournies par la chute des eaux de l'atmosphère, se répandoient plus loin; et les lacs ou grandes mares, également fournis par cette pluie continuelle d'autant plus abondante que l'attiédissement étoit plus grand, s'étendoient en tous sens, et formoient des bassins et de petites mers intérieures dans les parties du globe auxquelles les grandes mers des deux pôles n'avoient point encore atteint : ensuite les eaux continuant à tomber toujours avec plus d'abondance jusqu'à l'entière dépuration de l'atmosphère, elles ont gagné successivement du terrain, et sont arrivées aux contrées de l'équateur; et enfin elles ont couvert toute la surface du globe à deux mille toises de hauteur au dessus du niveau de nos mers actuelles. La terre entière étoit alors sous l'empire de la mer, à l'exception peut-être du sommet des montagnes primitives, qui n'ont été pour ainsi dire que lavées et baignées pendant le premier temps de la chute des eaux, lesquelles se sont écoulées de ces lieux élevés pour occuper les terrains inférieurs dès qu'ils se sont trouvés assez refroidis pour les admettre sans les rejeter en vapeurs.

Il s'est donc formé successivement une mer universelle, qui n'étoit interrompue et surmontée que par les sommets des montagnes d'où les premières eaux s'étoient déjà retirées en s'écoulant dans les lieux plus bas. Ces terres élevées, ayant été travaillées les premières par le séjour et le mouvement des eaux, auront aussi été fécondées les premières; et tandis que toute la surface du globe n'étoit pour ainsi dire qu'un archipel général, la nature organisée s'établissoit sur ces montagnes : elle s'y déployoit même avec une grande énergie; car la chaleur et l'humidité, ces deux principes de toute fécondation s'y trouvoient réunis et combinés à un plus haut degré qu'ils ne le sont aujourd'hui dans aucun climat de la terre.

Or, dans ce même temps, où les terres élevées au dessus des eaux se couvroient de grands arbres et de végétaux de toute espèce, la mer générale se peuploit partout de poissons et de coquillages; elle étoit aussi le réceptacle universel de tout ce qui se détachoit des terres qui la surmontoient. Les scories du verre primitif et les matières végétales ont été entraînées des éminences de la terre dans les profondeurs de la mer, sur le fond de laquelle elles ont formé les premières couches de sable vitrescible, d'argile, de schiste, et d'ardoise, ainsi que les minières de charbon, de sel, et de bitumes, qui dès lors ont imprégné toute la masse des mers. La quantité de végétaux produits et détruits dans ces premières terres est trop immense pour qu'on puisse se la représenter; car, quand nous réduirions la superficie de toutes les terres élevées alors au dessus des eaux à la centième ou même à la deux centième partie de la surface du globe, c'est-à-dire à cent trente mille lieues carrées, il est aisé de sentir combien ce vaste terrain de cent trente mille lieues superficielles a produit d'arbres et de plantes pendant quelques milliers d'années, combien leurs détrimens se sont accumulés, et dans quelle énorme quantité ils ont été entraînés et déposés sous les eaux, où ils ont formé le fonds du volume tout aussi grand des mines de charbon qui se trouvent en tant de lieux. Il en est de même des mines de sel, de celles de fer en grains, de pyrites, et de toutes les autres substances dans la composition desquelles il entre des acides,

et dont la première formation n'a pu s'opérer qu'après la chute des eaux : ces matières auront été entraînées et déposées dans les lieux bas et dans les fentes de la roche du globe, où trouvant déjà les substances minérales sublimées par la grande chaleur de la terre, elles auront formé le premier fonds de l'aliment des volcans à venir : je dis à venir, car il n'existoit aucun volcan en action avant l'établissement des eaux, et ils n'ont commencé d'agir, ou plutôt ils n'ont pu prendre une action permanente, qu'après leur abaissement : car l'on doit distinguer les volcans terrestres des volcans marins; ceux-ci ne peuvent faire que des explosions, pour ainsi dire, momentanées, parce qu'à l'instant que leur feu s'allume par l'effervescence des matières pyriteuses et combustibles, il est immédiatement éteint par l'eau qui les couvre et se précipite à flots jusque dans leur foyer par toutes les routes que le feu s'ouvre pour en sortir. Les volcans de la terre ont au contraire une action durable et proportionnée à la quantité de matières qu'ils contiennent : ces matières ont besoin d'une certaine quantité d'eau pour entrer en effervescence; et ce n'est ensuite que par le choc d'un grand volume de feu contre un grand volume d'eau, que peuvent se produire leurs violentes éruptions; et de même qu'un volcan sous-marin ne peut agir que par instans, un volcan terrestre ne peut durer qu'autant qu'il est voisin des eaux. C'est par cette raison que tous les volcans actuellement agissans sont dans les îles ou près des côtes de la mer, et qu'on pourroit en compter cent fois plus d'éteints que d'agissans; car à mesure que les eaux, en se retirant, se sont trop éloignées du pied de ces volcans, leurs éruptions ont diminué par degrés, et enfin ont entièrement cessé, et les légères effervescences que l'eau pluviale aura pu causer dans leur ancien foyer n'auront produit d'effet sensible que par des circonstances particulières et très-rares.

Les observations confirment parfaitement ce que je dis ici de l'action des volcans : tous ceux qui sont maintenant en travail sont situés près des mers; tous ceux qui sont éteints, et dont le nombre est bien plus grand, sont placés dans le milieu des terres, ou tout au moins à quelque distance de la mer; et, quoique la plupart des volcans qui subsistent paroissent appartenir aux plus hautes montagnes, il en a existé beaucoup d'autres dans les éminences de médiocre hauteur. La date de l'âge des volcans n'est donc pas partout la même : d'abord il est sûr que les premiers, c'est-à-dire les plus anciens, n'ont pu acquérir une action permanente qu'après l'abaissement des eaux qui couvroient leur sommet; et ensuite il paroît qu'ils ont cessé d'agir dès que ces mêmes eaux se sont trop éloignées de leur voisinage : car, je le répète, nulle puissance, à l'exception de celle d'une grande masse d'eau choquée contre un grand volume de feu, ne peut produire des mouvemens aussi prodigieux que ceux de l'éruption des volcans.

Il est vrai que nous ne voyons pas d'assez près la composition intérieure de ces terribles bouches à feu, pour pouvoir prononcer sur leurs effets en parfaite connoissance de cause; nous savons seulement que souvent il y a des communications souterraines de volcan à volcan; nous savons aussi que, quoique le foyer de leur embrasement ne soit peut-être pas à une grande distance de leur sommet, il y a néanmoins des cavités qui descendent beaucoup plus bas, et que ces cavités, dont la profondeur et l'étendue nous sont inconnues, peuvent être, en tout ou en partie, remplies des mêmes matières que celles qui sont actuellement embrasées.

D'autre part, l'électricité me paroît jouer un très-grand rôle dans les tremblemens de terre et dans les éruptions des volcans; je me suis convaincu par des raisons très-solides, et par la comparaison que j'ai faite des expériences sur l'électricité, que *le fonds de la matière électrique est la chaleur propre du globe terrestre :* les émanations continuelles de cette chaleur, quoique sensibles, ne sont pas visibles, et restent sous la forme de chaleur obscure, tant qu'elles ont leur mouvement libre et direct; mais elles produisent un feu très-vif et de fortes explosions, dès qu'elles sont détournées de leur direction, ou bien accumulées par le frottement des corps. Les cavités intérieures de la terre contenant du feu, de l'air, et de l'eau, l'action de ce premier élément doit y produire des vens impétueux, des orages bruyans, et des tonnerres souterrains, dont les effets peuvent être comparés à ceux de la foudre des airs : ces effets doivent même être plus violens et plus durables par la forte résistance que la solidité de la terre oppose de tous côtés à la force électrique de ces tonnerres souterrains. Le ressort d'un air mêlé de vapeurs denses et enflammées par l'électricité, l'effort de l'eau réduite en vapeurs élastiques par le feu,

toutes les autres impulsions de cette puissance électrique, soulèvent, entr'ouvrent la surface de la terre, ou du moins l'agitent par des tremblemens, dont les secousses ne durent pas plus long-temps que le coup de la foudre intérieure qui les produit; et ces secousses se renouvellent jusqu'à ce que les vapeurs expansives se soient fait une issue par quelque ouverture à la surface de la terre ou dans le sein des mers. Aussi les éruptions des volcans et les tremblemens de terre sont précédés et accompagnés d'un bruit sourd et roulant, qui ne differe de celui du tonnerre que par le ton sépulcral et profond que le son prend nécessairement en traversant une grande épaisseur de matière solide, lorsqu'il s'y trouve renfermé.

Cette électricité souterraine, combinée comme cause générale avec les causes particulieres de feux allumés par l'effervescence des matières pyriteuses et combustibles que la terre recèle en tant d'endroits, suffit à l'explication des principaux phénomènes de l'action des volcans : par exemple, leur foyer paroît être assez voisin de leur sommet; mais l'orage est au dessous. Un volcan n'est qu'un vaste fourneau, dont les soufflets, ou plutôt les ventilateurs, sont placés dans les cavités inférieures, à côté et au dessous du foyer. Ce sont ces mêmes cavités, lorsqu'elles s'étendent jusqu'à la mer, qui servent de tuyaux d'inspiration pour porter en haut non seulement les vapeurs, mais les masses mêmes de l'eau et de l'air; c'est dans ce transport que se produit la foudre souterraine, qui s'annonce par des mugissemens, et n'éclate que par l'affreux vomissement des matières qu'elle a frappées, brûlées et calcinées : des tourbillons épais d'une noire fumée ou d'une flamme lugubre, des nuages massifs de cendres et de pierres, des torrens bouillonnans de lave en fusion, roulant au loin leurs flots brûlans et destructeurs, manifestent au dehors le mouvement convulsif des entrailles de la terre.

Ces tempêtes intestines sont d'autant plus violentes qu'elles sont plus voisines des montagnes à volcan et des eaux de la mer, dont le sel et les huiles grasses augmentent encore l'activité du feu; les terres situées entre le volcan et la mer ne peuvent manquer d'éprouver des secousses fréquentes : mais pourquoi n'y a-t-il aucun endroit du monde où l'on n'ait ressenti, même de mémoire d'homme, quelques tremblemens, quelque trépidation, causés par ces mouvemens intérieurs de la terre? Ils sont, à la vérité, moins violens et bien plus rares dans le milieu des continens éloignés des volcans et des mers; mais ne sont-ils pas des effets dépendans des mêmes causes? Pourquoi donc se font-ils ressentir où ces causes n'existent pas, c'est-à-dire dans les lieux où il n'y a ni mer ni volcans? La réponse est aisée : c'est qu'il y a eu des mers partout et des volcans presque partout, et que, quoique leurs éruptions aient cessé lorsque les mers s'en sont éloignées, leur feu subsiste, et nous est démontré par les sources des huiles terrestres, par les fontaines chaudes et sulfureuses qui se trouvent fréquemment au pied des montagnes, jusque dans le milieu des plus grands continens. Ces feux des anciens volcans, devenus plus tranquilles depuis la retraite des eaux, suffisent néanmoins pour exciter de temps en temps des mouvemens intérieurs, et produire de légères secousses dont les oscillations sont dirigées dans le sens des cavités de la terre, et peut-être dans la direction des eaux ou des veines des métaux, comme conducteurs de cette électricité souterraine.

On pourra me demander encore pourquoi tous les volcans sont situés dans les montagnes? pourquoi paroissent-ils être d'autant plus ardens que les montagnes sont plus hautes? quelle est la cause qui a pu disposer ces énormes cheminées dans l'intérieur des murs les plus solides et les plus élevés du globe? Si l'on a bien compris ce que j'ai dit au sujet des inégalités produites par le premier refroidissement, lorsque les matières en fusion se sont consolidées, on sentira que les chaînes des hautes montagnes nous représentent les plus grandes boursouflures qui se sont faites à la surface du globe dans le temps qu'il a pris sa consistance. La plupart des montagnes sont donc situées sur des cavités, auxquelles aboutissent les fentes perpendiculaires qui les tranchent du haut en bas : ces cavernes et ces fentes contiennent des matières qui s'enflamment par la seule effervescence, ou qui sont allumées par les étincelles électriques de la chaleur intérieure du globe. Dès que le feu commence à se faire sentir, l'air attiré par la raréfaction en augmente la force et produit bientôt un grand incendie, dont l'effet est de produire à son tour les mouvemens et les orages intestins, les tonnerres souterrains, et toutes les impulsions, les bruits et les secousses qui précèdent et accompagnent l'éruption des volcans. On doit donc cesser d'être étonné que les volcans soient tous situés dans les hautes montagnes, puisque ce sont les seuls anciens en-

droits de la terre où les cavités intérieures se soient maintenues, les seuls où ces cavités communiquent de bas en haut par des fentes qui ne sont pas encore comblées, et enfin les seuls où l'espace vide étoit assez vaste pour contenir la très-grande quantité de matières qui servent d'aliment au feu des volcans permanens et encore subsistans. Au reste, ils s'éteindront comme les autres dans la suite des siecles; leurs éruptions cesseront : oserai-je même dire que les hommes pourroient y contribuer? En coûteroit-il autant pour couper la communication d'un volcan avec la mer voisine qu'il en a coûté pour construire les pyramides d'Égypte? Ces monumens inutiles d'une gloire fausse et vaine nous apprennent au moins qu'en employant les mêmes forces pour des monumens de sagesse, nous pourrions faire de très-grandes choses, et peut-être maîtriser la nature au point de faire cesser, ou du moins de diriger les ravages du feu, comme nous savons déja, par notre art, diriger et rompre les efforts de l'eau.

Jusqu'au temps de l'action des volcans il n'existoit sur le globe que trois sortes de matieres : 1° les vitrescibles produites par le feu primitif; 2° les calcaires formées par l'intermède de l'eau; 3° toutes les substances produites par le détriment des animaux et des végétaux : mais le feu des volcans a donné naissance à des matières d'une quatrième sorte, qui souvent participent de la nature des trois autres. La première classe renferme non seulement les matières premières solides et vitrescibles dont la nature n'a point été altérée, et qui forment le fond du globe, ainsi que le noyau de toutes les montagnes primordiales, mais encore les sables, les schistes, les ardoises, les argiles, et toutes les matières vitrescibles décomposées et transportées par les eaux. La seconde classe contient toutes les matières calcaires, c'est-à-dire toutes les substances produites par les coquillages et autres animaux de la mer : elles s'étendent sur des provinces entieres, et couvrent même d'assez vastes contrées; elles se trouvent aussi à des profondeurs assez considérables, et elles environnent les bases des montagnes les plus élevées jusqu'à une très-grande hauteur. La troisième classe comprend toutes les substances qui doivent leur origine aux matières animales et végétales, et ces substances sont en très-grand nombre; leur quantité paroît immense, car elles recouvrent toute la superficie de la terre. Enfin la quatrième classe est celle des matières soulevées et rejetées par les volcans, dont quelques-unes paroissent être un mélange des premières, et d'autres, pures de tout mélange, ont subi une seconde action du feu qui leur a donné un nouveau caractère. Nous rapportons à ces quatre classes toutes les substances minérales, parce qu'en les examinant on peut toujours reconnoître à laquelle de ces classes elles appartiennent, et par conséquent prononcer sur leur origine : ce qui suffit pour nous indiquer à peu près le temps de leur formation; car, comme nous venons de l'exposer, il paroît clairement que toutes les matières vitrescibles solides, et qui n'ont pas changé de nature ni de situation, ont été produites par le feu primitif, et que leur formation appartient au temps de notre seconde époque, tandis que la formation des matières calcaires, ainsi que celle des argiles, des charbons, etc., n'a eu lieu que dans des temps subséquens, et doit être rapportée à notre troisième époque. Et comme dans les matières rejetées par les volcans on trouve quelquefois des substances calcaires, et souvent des soufres et des bitumes, on ne peut guère douter que la formation de ces substances rejetées par les volcans ne soit encore postérieure à la formation de toutes ces matières, et n'appartienne à notre quatrième époque.

Quoique la quantité des matières rejetées par les volcans soit très-petite en comparaison de la quantité de matières calcaires, elles ne laissent pas d'occuper d'assez grands espaces sur la surface des terres situées aux environs de ces montagnes ardentes et de celles dont les feux sont éteints et assoupis. Par leurs éruptions réitérées elles ont comblé les vallées, couvert les plaines, et même produit d'autres montagnes. Ensuite, lorsque les éruptions ont cessé, la plupart des volcans ont continué de brûler, mais d'un feu paisible et qui ne produit aucune explosion violente, parce qu'étant éloignés des mers il n'y a plus de choc de l'eau contre le feu : les matières en effervescence et les substances combustibles anciennement enflammées continuent de brûler; et c'est ce qui fait aujourd'hui la chaleur de toutes nos eaux thermales : elles passent sur les foyers de ce feu souterrain, et sortent très-chaudes du sein de la terre. Il y a aussi quelques exemples de mines de charbon qui brûlent de temps immémorial, et qui se sont allumées par la foudre souterraine ou par le feu tranquille d'un volcan dont les éruptions ont cessé. Ces eaux thermales et ces mines allumées se trouvent souvent, comme les

volcans éteints, dans les terres éloignées de la mer.

La surface de la terre nous présente en mille endroits les vestiges et les preuves de l'existence de ces volcans éteints : dans la France seule nous connoissons les vieux volcans de l'Auvergne, du Velay, du Vivarais, de la Provence, et du Languedoc. En Italie, presque toute la terre est formée de débris de matières volcanisées; et il en est de même de plusieurs autres contrées. Mais pour réunir les objets sous un point de vue général, et concevoir nettement l'ordre des bouleversemens que les volcans ont produits à la surface du globe, il faut reprendre notre troisième époque à cette date où la mer étoit universelle et couvroit toute la surface du globe, à l'exception des lieux élevés sur lesquels s'étoit fait le premier mélange des scories vitrées de la masse terrestre avec les eaux : c'est à cette même date que les végétaux ont pris naissance et qu'ils se sont multipliés sur les terres que la mer venoit d'abandonner. Les volcans n'existoient pas encore; car les matières qui servent d'aliment à leur feu, c'est-à-dire les bitumes, les charbons de terre, les pyrites, et même les acides, ne pouvoient s'être formés précédemment, puisque leur composition suppose l'intermède de l'eau et la destruction des végétaux.

Ainsi les premiers volcans ont existé dans les terres élevées du milieu des continens; et à mesure que les mers, en s'abaissant, se sont éloignées de leur pied, leurs feux se sont assoupis et ont cessé de produire ces éruptions violentes qui ne peuvent s'opérer que par le conflit d'une grande masse d'eau contre un grand volume de feu. Or il a fallu vingt mille ans pour cet abaissement successif des mers, et pour la formation de toutes nos collines calcaires; et comme les amas des matières combustibles et minérales qui servent d'aliment aux volcans n'ont pu se déposer que successivement, et qu'il a dû s'écouler beaucoup de temps avant qu'elles se soient mises en action, ce n'est guère que sur la fin de cette periode, c'est-à-dire à cinquante mille ans de la formation du globe, que les volcans ont commencé à ravager la terre. Comme les environs de tous les lieux découverts étoient encore baignés des eaux, il y a eu des volcans presque partout, et il s'est fait de fréquentes et prodigieuses éruptions qui n'ont cessé qu'après la retraite des mers; mais cette retraite ne pouvant se faire que par l'affaissement des boursouflures du globe, il est souvent arrivé que l'eau venant à flots remplir la profondeur de ces terres affaissées, elle a mis en action les volcans sous-marins, qui, par leur explosion, ont soulevé une partie de ces terres nouvellement affaissées, et les ont quelquefois poussées au dessus du niveau de la mer, où elles ont formé des îles nouvelles, comme nous l'avons vu dans la petite île formée auprès de celle de Santorin : néanmoins ces effets sont rares, et l'action des volcans sous-marins n'est ni permanente ni assez puissante pour élever un grand espace de terre au dessus de la surface des mers. Les volcans terrestres, par la continuité de leurs éruptions, ont au contraire couvert de leurs déblais tous les terrains qui les environnoient; ils ont, par le dépôt successif de leurs laves, formé de nouvelles couches; ces laves devenues fécondes avec le temps sont une preuve invincible que la surface primitive de la terre, d'abord en fusion, puis consolidée, a pu de même devenir féconde : enfin les volcans ont aussi produit ces *mornes* ou tertres qui se voient dans toutes les montagnes à volcan, et ils ont élevé ces remparts de *basalte* qui servent de côtes aux mers dont ils sont voisins. Ainsi après que l'eau, par des mouvemens uniformes et constans, eut achevé la construction horizontale des couches de la terre, le feu des volcans, par des explosions subites, a bouleversé, tranché, et couvert plusieurs de ces couches; et l'on ne doit pas être étonné de voir sortir du sein des volcans des matieres de toute espece, des cendres, des pierres calcinées, des terres brûlées, ni de trouver ces matieres mélangées des substances calcaires et vitrescibles dont ces mêmes couches sont composées.

Les tremblemens de terre ont dû se faire sentir long-temps avant l'éruption des volcans : dès les premiers momens de l'affaissement des cavernes il s'est fait de violentes secousses qui ont produit des effets tout aussi violens et bien plus étendus que ceux des volcans. Pour s'en former l'idée, supposons qu'une caverne soutenant un terrain de cent lieues carrées, ce qui ne feroit qu'une des petites boursouflures du globe, se soit tout à coup écroulée : cet écroulement n'aura-t-il pas été nécessairement suivi d'une commotion qui se sera communiquée et fait sentir très-loin par un tremblement plus ou moins violent? Quoique cent lieues carrées ne fassent que la deux cent soixante millième partie de la surface de la terre, la chute de cette masse n'a pu manquer d'ébranler toutes les terres adjacentes, et

de faire peut-être écrouler en même temps les cavernes voisines : il ne s'est donc fait aucun affaissement un peu considérable qui n'ait été accompagné de violentes secousses de tremblement de terre, dont le mouvement s'est communiqué par la force du ressort dont toute matiere est douée, et qui a dû se propager quelquefois très loin par les routes que peuvent offrir les vides de la terre dans lesquels les vents souterrains, excités par ces commotions, auront peut-être allumé les feux des volcans ; en sorte que d'une seule cause, c'est-à-dire de l'affaissement d'une caverne, il a pu résulter plusieurs effets, tous grands et la plupart terribles : d abord l'abaissement de la mer, forcée de courir à grands flots pour remplir cette nouvelle profondeur, et laisser par conséquent à découvert de nouveaux terrains; 2° l'ébranlement des terres voisines par la commotion de la chute des matières solides qui formoient les voûtes de la caverne, et cet ébranlement fait pencher les montagnes, les fend vers le sommet, et en détache des masses qui roulent jusqu'à leur base; 3° le même mouvement produit par la commotion, et propagé par les vents et les feux souterrains, souleve au loin la terre et les eaux, éleve des tertres et des mornes, forme des gouffres et des crevasses, change le cours des rivieres, tarit les anciennes sources, en produit de nouvelles, et ravage en moins de temps que je ne puis le dire tout ce qui se trouve dans sa direction. Nous devons donc cesser d'être surpris de voir en tant de lieux l'uniformité de l'ouvrage horizontal des eaux détruite et tranchée par des fentes inclinées, des éboulemens irréguliers, et souvent cachés par des déblais informes accumulés sans ordre, non plus que de trouver de si grandes contrées toutes recouvertes de matieres rejetées par les volcans : ce désordre, causé par les tremblemens de terre, ne fait néanmoins que masquer la nature aux yeux de ceux qui ne la voient qu'en petit, et qui, d'un effet accidentel et particulier, font une cause générale et constante. C'est l'eau seule qui, comme cause générale et subséquente à celle du feu primitif, a achevé de construire et de figurer la surface actuelle de la terre; et ce qui manque à l'uniformité de cette construction universelle n'est que l'effet particulier de la cause accidentelle des tremblemens de terre et de l'action des volcans.

Or, dans cette construction de la surface de la terre par le mouvement et le sédiment des eaux, il faut distinguer deux périodes de temps. La première a commencé après l'établissement de la mer universelle, c'est-à-dire apres la dépuration parfaite de l'atmosphere par la chute des eaux et de toutes les matières volatiles que l'ardeur du globe y tenoit reléguées : cette période a duré autant qu'il étoit nécessaire pour multiplier les coquillages au point de remplir de leurs dépouilles toutes nos collines calcaires, autant qu'il étoit nécessaire pour multiplier les végétaux, et pour former de leurs débris toutes nos mines de charbon, enfin autant qu'il étoit nécessaire pour convertir les scories du verre primitif en argiles, et former les acides, les sels, les pyrites, etc. Tous ces premiers et grands effets ont été produits ensemble dans les temps qui se sont écoulés depuis l'établissement des eaux jusqu'à leur abaissement. Ensuite a commencé la seconde période. Cette retraite des eaux ne s'est pas faite tout à coup, mais par une longue succession de temps, dans laquelle il faut encore saisir des points différens. Les montagnes composées de pierres calcaires ont certainement été construites dans cette mer ancienne, dont les différens courans les ont tout aussi certainement figurées par angles correspondans. Or l'inspection attentive des côtes de nos vallées nous démontre que *le travail particulier des courans a été postérieur à l'ouvrage général de la mer*. Ce fait, qu'on n'a pas même soupçonné, est trop important pour ne le pas appuyer de tout ce qui peut le rendre sensible à tous les yeux.

Prenons pour exemple la plus haute montagne calcaire de la France, celle de Langres, qui s'éleve au dessus de toutes les terres de la Champagne, s'étend en Bourgogne jusqu'à Montbard, et même jusqu'à Tonnerre, et qui, dans la direction opposée, domine de même sur les terres de la Lorraine et de la Franche-Comté [1]. Ce cordon continu de la montagne de Langres, qui, depuis les sources de la Seine jusqu'à celles de la Saône, a plus de quarante lieues en longueur, est entièrement calcaire, c'est-à-dire entièrement composé des productions de la mer; et c'est par cette raison que je l'ai choisi pour nous servir d'exemple. Le point le plus élevé de cette chaîne de montagnes est tres-voisin de la ville de Langres, et l'on voit que, d'un côté, cette même chaîne verse ses eaux dans l'Océan par la Meuse, la Marne, la Seine, etc., et que, de l'autre côté, elle les verse dans la Méditerranée par les rivières qui aboutissent à la Saône. Le

1. Voyez la carte ci-jointe.

point où est situé Langres se trouve à peu près au milieu de cette longueur de quarante lieues, et les collines vont en s'abaissant à peu près également vers les sources de la Seine et vers celles de la Saône. Enfin ces collines, qui forment les extrémités de cette chaîne de montagnes calcaires, aboutissent également à des contrées de matières vitrescibles; savoir, au delà de l'Armanson, près de Semur, d'une part; et au delà des sources de la Saône et de la petite rivière du Côney, de l'autre part.

En considérant les vallons voisins de ces montagnes, nous reconnoîtrons que le point de Langres étant le plus élevé, il a été découvert le premier, dans le temps que les eaux se sont abaissées : auparavant ce sommet étoit recouvert, comme tout le reste, par les eaux, puisqu'il est composé de matières calcaires; mais au moment qu'il a été découvert, la mer ne pouvant plus le surmonter, tous ses mouvemens se sont réduits à battre ce sommet des deux côtés, et par conséquent à creuser, par des courans constans, les vallons et les vallées que suivent aujourd'hui les ruisseaux et les rivières qui coulent des deux côtés de ces montagnes. La preuve évidente que les vallées ont toutes été creusées par des courans réguliers et constans, c'est que leurs angles saillans correspondent partout à des angles rentrans : seulement on observe que les eaux ayant suivi les pentes les plus rapides, et n'ayant entamé d'abord que les terrains les moins solides et les plus aisés à diviser, il se trouve souvent une différence remarquable entre les deux coteaux qui bordent la vallée. On voit quelquefois un escarpement considérable et des rochers à pic d'un côté, tandis que, de l'autre, les bancs de pierre sont couverts de terres en pente douce; et cela est arrivé nécessairement toutes les fois que la force du courant s'est portée plus d'un côté que de l'autre, et aussi toutes les fois qu'il aura été troublé ou secondé par un autre courant.

Si l'on suit le cours d'une rivière ou d'un ruisseau voisin des montagnes d'où descendent leurs sources, on reconnoîtra aisément la figure et même la nature des terres qui forment les coteaux de la vallée. Dans les endroits où elle est étroite, la direction de la riviere et l'angle de son cours indiquent au premier coup d'œil le côté vers lequel se doivent porter ses eaux, et par conséquent le côté où le terrain doit se trouver en plaine, tandis que, de l'autre côté, il continuera d'être en montagne. Lorsque la vallée est large, ce jugement est plus difficile : cependant on peut, en observant la direction de la rivière, deviner assez juste de quel côté les terrains s'élargiront ou se rétréciront. Ce que nos rivières font en petit aujourd'hui, les courans de la mer l'ont autrefois fait en grand : ils ont creusé tous nos vallons, ils les ont tranchés des deux côtés; mais en transportant ces déblais, ils ont souvent formé des escarpemens d'une part et des plaines de l'autre. On doit aussi remarquer que dans le voisinage du sommet de ces montagnes calcaires, et particulierement dans le sommet de Langres, les vallons commencent par une profondeur circulaire, et que de là ils vont toujours en s'élargissant à mesure qu'ils s'éloignent du lieu de leur naissance; les vallons paroissent aussi plus profonds à ce point où ils commencent, et semblent aller toujours en diminuant de profondeur à mesure qu'ils s'élargissent et qu'ils s'éloignent de ce point : mais c'est une apparence plutôt qu'une réalité; car, dans l'origine, la portion du vallon la plus voisine du sommet a été la plus étroite et la moins profonde; le mouvement des eaux a commencé par y former une ravine qui s'est élargie et creusée peu à peu; les déblais ayant été transportés et entraînés par le courant des eaux dans la portion inférieure de la valléé ils en auront comblé le fond, et c'est par cette raison que les vallons paroissent plus profonds à leur naissance que dans le reste de leur cours, et que les grandes vallées semblent être moins profondes à mesure qu'elles s'éloignent davantage du sommet auquel leurs rameaux aboutissent : car l'on peut considérer une grande vallée comme un tronc qui jette des branches par d'autres vallées, lesquelles jettent des rameaux par d'autres petits vallons qui s'étendent et remontent jusqu'au sommet où ils aboutissent.

En suivant cet objet dans l'exemple que nous venons de présenter, si l'on prend ensemble tous les terrains qui versent leurs eaux dans la Seine, ce vaste espace formera une vallée du premier ordre, c'est-à-dire de la plus grande étendue; ensuite, si nous ne prenons que les terrains qui portent leurs eaux à la rivière d'Yonne, cet espace sera une vallée du second ordre; et, continuant à remonter vers le sommet de la chaîne des montagnes, les terrains qui versent leurs eaux dans l'Armanson, le Serin, et la Cure, formeront des vallées du troisième ordre; et ensuite la Brenne, qui tombe dans l'Armanson, sera une vallée du quatrième ordre; et enfin l'Oze et l'Ozerain, qui tombent dans

la Brenne, et dont les sources sont voisines de celles de la Seine, forment des vallées du cinquième ordre. De même, si nous prenons les terrains qui portent leurs eaux à la Marne, cet espace sera une vallée du second ordre; et, continuant à remonter vers le sommet de la chaine des montagnes de Langres, si nous ne prenons que les terrains dont les eaux s'écoulent dans la rivière de Rognon, ce sera une vallée du troisième ordre; enfin les terrains qui versent leurs eaux dans les ruisseaux de Bussière et d'Orguevaux forment des vallées du quatrième ordre.

Cette disposition est générale dans tous les continens terrestres. A mesure que l'on remonte et qu'on s'approche du sommet des chaînes de montagnes, on voit évidemment que les vallées sont plus étroites; mais, quoiqu'elles paroissent aussi plus profondes, il est certain néanmoins que l'ancien fond des vallées inférieures étoit beaucoup plus bas autrefois que ne l'est actuellement celui des vallons supérieurs. Nous avons dit que dans la vallée de la Seine, à Paris, l'on a trouvé des bois travaillés de main d'homme à soixante-quinze pieds de profondeur: le premier fond de cette vallée étoit donc autrefois bien plus bas qu'il ne l'est aujourd'hui; car au dessous de ces soixante-quinze pieds on doit encore trouver les déblais pierreux et terrestres entraînés par les courans depuis le sommet général des montagnes, tant par les vallées de la Seine que par celles de la Marne, de l'Yonne, et de toutes les rivières qu'elles reçoivent. Au contraire, lorsque l'on creuse dans les petits vallons voisins du sommet général, on ne trouve aucuns déblais, mais des bancs solides de pierre calcaire posée par lits horizontaux, et des argiles au dessous à une profondeur plus ou moins grande. J'ai vu, dans une gorge assez voisine de la crête de ce long cordon de la montagne de Langres, un puits de deux cents pieds de profondeur creusé dans la pierre calcaire avant de trouver l'argile [1].

Le premier fond des grandes vallées formées par le feu primitif, ou même par les courans de la mer, a donc été recouvert et élevé successivement de tout le volume des déblais entraînés par le courant à mesure qu'il déchiroit les terrains supérieurs : le fond de ceux-ci est demeuré presque nu, tandis que celui des vallées inférieures a été chargé de toute la matière que les autres ont perdue; de sorte que quand on ne voit que superficiellement la surface de nos continens, on tombe dans l'erreur en la divisant en bandes sablonneuses, marneuses, schisteuses, etc. : car toutes ces bandes ne sont que des déblais superficiels qui ne prouvent rien, et qui ne font, comme je l'ai dit, que masquer la nature, et nous tromper sur la vraie théorie de la terre. Dans les vallons supérieurs on ne trouve d'autres déblais que ceux qui sont descendus longtemps après la retraite des mers par l'effet des eaux pluviales; et ces déblais ont formé les petites couches de terre qui recouvrent actuellement le fond et les coteaux de ces vallons. Ce même effet a eu lieu dans les grandes vallées, mais avec cette différence que dans les petits vallons les terres, les graviers, et les autres détrimens amenés par les eaux pluviales et par les ruisseaux, se sont déposés immédiatement sur un fond nu et balayé par les courans de la mer, au lieu que dans les grandes vallées ces mêmes détrimens, amenés par les eaux pluviales, n'ont pu que se superposer sur les couches beaucoup plus épaisses des déblais entraînés et déposés précédemment par ces mêmes courans : c'est par cette raison que, dans toutes les plaines et les grandes vallées, nos observateurs croient trouver la nature en désordre, parce qu'ils y voient les matières calcaires mélangées avee les matières vitrescibles, etc. Mais n'est-ce pas vouloir juger d'un bâtiment par les gravois, ou de toute autre construction par les recoupes des matériaux?

Ainsi, sans nous arrêter sur ces petites et fausses vues, suivons notre objet dans l'exemple que nous avons donné.

Les trois grands courans qui se sont formés au dessous des sommets de la montagne de Langres nous sont aujourd'hui représentés par les vallées de la Meuse, de la Marne, et de la Vingeanne [2]. Si nous examinons ces terrains en détail, nous observerons que les sources de la Meuse sortent en partie des marécages du Bassigny, et d'autres petites vallées très-étroites et très-escarpées; que la Mance et la Vingeanne, qui toutes deux se jettent dans la Saône, sortent aussi des vallées très-étroites de l'autre côté du sommet; que la vallée de la Marne, sous Langres, a environ cent toises de profondeur; que dans tous ces premiers vallons les coteaux sont voisins et escarpés; que dans les vallées inférieures, et à mesure que les courans se sont éloignés du sommet général et commun, ils se sont étendus en largeur, et

1. Au château de Rochefort, près d'Anières, en Champagne.

2. Voyez la carte ci-jointe.

ont par conséquent élargi les vallées, dont les côtes sont aussi moins escarpées, parce que le mouvement des eaux y étoit plus libre et moins rapide que dans les vallons étroits des terrains voisins du sommet.

L'on doit encore remarquer que la direction des courans a varié dans leur cours, et que la déclinaison des coteaux a changé par la même cause. Les courans dont la pente étoit vers le midi, et qui nous sont représentés par les vallons de la Tille, de la Venelle, de la Vingeanne, du Saulon, et de la Mance, ont agi plus fortement contre les coteaux tournés vers le sommet de Langres et à l'aspect du nord. Les courans, au contraire, dont la pente étoit vers le nord, et qui nous sont représentés par les vallons de l'Anjon, de la Suize, de la Marne, et du Rognon, ainsi que par ceux de la Meuse, ont plus fortement agi contre les coteaux qui sont tournés vers ce même sommet de Langres, et qui se trouvent à l'aspect du midi.

Il y avoit donc, lorsque les eaux ont laissé le sommet de Langres à découvert, une mer dont les mouvemens et les courans étoient dirigés vers le nord; et, de l'autre côté de ce sommet, une autre mer dont les mouvemens étoient dirigés vers le midi : ces deux mers battoient les deux flancs opposés de cette chaîne de montagnes, comme l'on voit dans la mer actuelle les eaux battre les deux flancs opposés d'une longue île ou d'un promontoire avancé. Il n'est donc pas étonnant que tous les coteaux escarpés de ces vallons se trouvent également des deux côtés de ce sommet général des montagnes; ce n'est que l'effet nécessaire d'une cause très-évidente.

Si l'on considère le terrain qui environne l'une des sources de la Marne près de Langres, on reconnoîtra qu'elle sort d'un demi-cercle coupé presque à plomb; et, en examinant les lits de pierre de cette espèce d'amphithéâtre, on se démontrera que ceux des deux côtés et ceux du fond de l'arc de cercle qu'il présente étoient autrefois continus, et ne faisoient qu'une seule masse que les eaux ont détruite dans la partie qui forme aujourd'hui ce demi-cercle. On verra la même chose à l'origine des deux autres sources de la Marne; savoir, dans le vallon de Balesme et dans celui de Saint-Maurice : tout ce terrain étoit continu avant l'abaissement de la mer; et cette espèce de promontoire à l'extrémité duquel la ville de Langres est située étoit, dans ce même temps, continu non seulement avec ces premiers terrains, mais avec ceux de Breuvone, de Peigney, de Noidan-le-Rocheux, etc. Il est aisé de se convaincre par ses yeux que la continuité de ces terrains n'a été détruite que par le mouvement et l'action des eaux.

Dans cette chaîne de la montagne de Langres, on trouve plusieurs collines isolées, les unes en forme de cône tronqué, comme celle de Montsaugeon, les autres en forme elliptique, comme celles de Montbard, de Montréal; et d'autres tout aussi remarquables autour des sources de la Meuse, vers Clémont et Montigny-le-Roi, qui est situé sur un monticule adhérent au continent par une langue de terre très-étroite. On voit encore une de ces collines isolées à Andilly, une autre auprès d'Heuilly-Coton, etc. Nous devons observer qu'en général ces collines calcaires isolées sont moins hautes que celles qui les environnent, et desquelles ces collines sont actuellement séparées, parce que le courant, remplissant toute la largeur du vallon, passoit par dessus ces collines isolées avec un mouvement direct, et les détruisoit par le sommet, tandis qu'il ne faisoit que baigner le terrain des coteaux du vallon, et ne les attaquoit que par un mouvement oblique; en sorte que les montagnes qui bordent les vallons sont demeurées plus élevées que les collines isolées qui se trouvent entre deux. A Montbard, par exemple, la hauteur de la colline isolée au dessus de laquelle sont situés les murs de l'ancien château n'est que de cent quarante pieds, tandis que les montagnes qui bordent le vallon des deux côtés, au nord et au midi, en ont plus de trois cent cinquante; et il en est de même des autres collines calcaires que nous venons de citer : toutes celles qui sont isolées sont en même temps moins élevées que les autres, parce qu'étant au milieu du vallon et au fil de l'eau elles ont été minées sur leurs sommets par le courant, toujours plus violent et plus rapide dans le milieu que vers les bords de son cours.

Lorsqu'on regarde ces escarpemens, souvent élevés à pic à plusieurs toises de hauteur; lorsqu'on les voit composés du haut en bas de bancs de pierres calcaires très-massives et fort dures, on est émerveillé du temps prodigieux qu'il faut supposer pour que les eaux aient ouvert et creusé ces énormes tranchées. Mais deux circonstances ont concouru à l'accélération de ce grand ouvrage : l'une de ces circonstances est que, dans toutes les collines et les montagnes calcaires, les lits supérieurs sont les moins compactes et les plus tendres, en sorte que les eaux ont aisément entamé la superficie

du terrain, et formé la première ravine qui a dirigé leur cours; la seconde circonstance est que, quoique ces bancs de matière calcaire se soient formés et même séchés et pétrifiés sous les eaux de la mer, il est néanmoins très-certain qu'ils n'étoient d'abord que des sédimens superposés de matières molles, lesquelles n'ont acquis de la dureté que successivement par l'action de la gravité sur la masse totale, et par l'exercice de la force d'affinité de leurs parties constituantes. Nous sommes donc assurés que ces matières n'avoient pas acquis toute la solidité et la dureté que nous leur voyons aujourd'hui, et que, dans ce temps de l'action des courans de la mer, elles devoient lui céder avec moins de ré istance. Cette considération diminue l'énormité de la durée du temps de ce travail des eaux, et explique d'autant mieux la correspondance des angles saillans et rentrans des collines, qui ressemblent parfaitement à la correspondance des bords de nos rivières dans tous les terrains aisés à diviser.

C'est pour la construction même de ces terrains calcaires, et non pour leur division, qu'il est nécessaire d'admettre une très-longue période de temps; en sorte que, dans les vingt mille ans, j'en prendrois au moins les trois premiers quarts pour la multiplication des coquillages, le transport de leurs dépouilles, et la composition des masses qui les renferment, et le dernier quart pour la division et pour la configuration de ces mêmes terrains calcaires : il a fallu vingt mille ans pour la retraite des eaux, qui d'abord étoient élevées de deux mille toises au dessus du niveau de nos mers actuelles; et ce n'est que vers la fin de cette longue marche en retraite que nos vallons ont été creusés, nos plaines établies et nos collines découvertes : pendant tout ce temps le globe n'étoit peuplé que de poissons et d'animaux à coquilles; les sommets des montagnes et quelques terres élevées, que les eaux n'avoient pas surmontés, ou qu'elles avoient abandonnés les premiers, étoient aussi couverts de végétaux; car leurs détrimens en volume immense ont formé les veines de charbon, dans le même temps que les dépouilles des coquillages ont formé les lits de nos pierres calcaires. Il est donc démontré par l'inspection attentive de ces monumens authentiques de la nature, savoir, les coquilles dans les marbres, les poissons dans les ardoises, et les végétaux dans les mines de charbon, que tous ces êtres organisés ont existé long-temps avant les animaux terrestres; d'autant qu'on ne trouve aucun indice, aucun vestige de l'existence de ceux-ci dans toutes les couches anciennes qui se sont formées par le sédiment des eaux de la mer. On n'a trouvé les os, les dents, les défenses des animaux terrestres que dans les couches superficielles, ou bien dans ces vallées et dans ces plaines dont nous avons parlé, qui ont été comblées de déblais entraînés des lieux supérieurs par les eaux courantes; il y a seulement quelques exemples d'ossemens trouvés dans les cavités sous des rochers, près des bords de la mer, et dans des terrains bas : mais ces rochers sous lesquels gisoient ces ossemens d'animaux terrestres sont eux-mêmes de nouvelle formation, ainsi que toutes les carrières calcaires en pays bas, qui ne sont formées que des détrimens des anciennes couches de pierres, toutes situées au dessus de ces nouvelles carrières; et c'est par cette raison que je les ai désignées par le nom de *carrières parasites*, parce qu'elles se forment en effet aux dépens des premières.

Notre globe, pendant trente-cinq mille ans, n'a donc été qu'une masse de chaleur et de feu, dont aucun être sensible ne pouvoit approcher; ensuite, pendant quinze ou vingt mille ans, sa surface n'étoit qu'une mer universelle : il a fallu cette longue succession de siècles pour le refroidissement de la terre et pour la retraite des eaux, et ce n'est qu'à la fin de cette seconde période que la surface de nos continens a été figurée.

Mais ces derniers effets de l'action des courans de la mer ont été précédés de quelques autres effets encore plus généraux, lesquels ont influé sur quelques traits de la face entière de la terre. Nous avons dit que les eaux, venant en plus grande quantité du pôle austral, avoient aiguisé toutes les pointes des continens; mais après la chute complète des eaux, lorsque la mer universelle eut pris son équilibre, le mouvement du midi au nord cessa, et la mer n'eut plus à obéir qu'à la puissance constante de la lune, qui, se combinant avec celle du soleil, produisit les marées et le mouvement constant d'orient en occident. Les eaux, dans leur premier avénement, avoient d'abord été dirigées des pôles vers l'équateur, parce que les parties polaires, plus refroidies que le reste du globe, les avoient reçues les premières; ensuite elles ont gagné successivement les régions de l'équateur; et lorsque ces régions ont été couvertes comme toutes les autres par les eaux, le mouvement d'orient en occident s'est dès lors établi pour jamais; car

non seulement il s'est maintenu pendant cette longue période de la retraite des mers, mais il se maintient encore aujourd'hui. Or ce mouvement général de la mer d'orient en occident a produit sur la surface de la masse terrestre un effet tout aussi général; c'est d'avoir escarpé toutes les côtes occidentales des continens terrestres, et d'avoir en même temps laissé tous les terrains en pente douce du côté de l'orient.

A mesure que les mers s'abaissoient et découvroient les pointes les plus élevées des continens, ces sommets, comme autant de soupiraux qu'on viendroit de déboucher, commencèrent à laisser exhaler les nouveaux feux produits dans l'intérieur de la terre par l'effervescence des matières qui servent d'aliment aux volcans. Le domaine de la terre, sur la fin de cette seconde période de vingt mille ans, étoit partagé entre le feu et l'eau; également déchirée et dévorée par la fureur de ces deux élémens, il n'y avoit nulle part ni sûreté ni repos : mais heureusement ces anciennes scènes, les plus épouvantables de la nature, n'ont point eu de spectateurs, et ce n'est qu'après cette seconde période entièrement révolue que l'on peut dater la naissance des animaux terrestres; les eaux étoient alors retirées, puisque les deux grands continens étoient unis vers le nord, et également peuplés d'éléphans; le nombre des volcans étoit aussi beaucoup diminué, parce que leurs éruptions ne pouvant s'opérer que par le conflit de l'eau et du feu, elles avoient cessé dès que la mer, en s'abaissant, s'en étoit éloignée. Qu'on se représente encore l'aspect qu'offroit la terre immédiatement après cette seconde période, c'est à-dire à cinquante cinq ou soixante mille ans de sa formation : dans toutes les parties basses, des mares profondes, des courans rapides, et des tournoiemens d'eau; des tremblemens de terre presque continuels, produits par l'affaissement des cavernes et les fréquentes explosions des volcans, tant sous mer que sur terre; des orages généraux et particuliers; des tourbillons de fumee et des tempêtes excitées par les violentes secousses de la terre et de la mer; des inondations, des débordemens, des déluges occasionés par ces mêmes commotions; des fleuves de verre fondu, de bitume, et de soufre, ravageant les montagnes et venant dans la plaine empoisonner les eaux; le soleil même presque toujours offusqué non seulement par des nuages aqueux, mais par des masses épaisses de cendres et de pierres poussées par les volcans; et nous remercierons le Créateur de n'avoir pas rendu l'homme témoin de ces scènes effrayantes et terribles, qui ont précédé et pour ainsi dire annoncé la naissance de la nature intelligente et sensible.

CINQUIÈME ÉPOQUE.

Lorsque les éléphans et les autres animaux du midi ont habité les terres du nord.

Tout ce qui existe aujourd'hui dans la nature vivante a pu exister de même dès que la température de la terre s'est trouvée la même. Or les contrées septentrionales du globe ont joui pendant long-temps du même degré de chaleur dont jouissent aujourd'hui les terres méridionales; et dans le temps où ces contrées du nord jouissoient de cette température, les terres avancées vers le midi étoient encore brûlantes et sont demeurées désertes pendant un long espace de temps. Il semble même que la mémoire s'en soit conservée par la tradition; car les anciens étoient persuadés que les terres de la zone torride étoient inhabitées : elles étoient en effet encore inhabitables long-temps après la population des terres du nord; car en supposant trente-cinq mille ans pour le temps nécessaire au refroidissement de la terre sous les pôles seulement au point d'en pouvoir toucher la surface sans se brûler, et vingt ou vingt-cinq mille ans de plus, tant pour la retraite des mers que pour l'attiédissement nécessaire à l'existence des êtres aussi sensibles que le sont les animaux terrestres, on sentira bien qu'il faut compter quelques milliers d'années de plus pour le refroidissement du globe à l'équateur, tant

à cause de la plus grande épaisseur de la terre que de l'accession de la chaleur solaire, qui est considérable sous l'équateur et presque nulle sous le pôle.

Et quand même ces deux causes réunies ne seroient pas suffisantes pour produire une si grande différence de temps entre ces deux populations, l'on doit considérer que l'équateur a reçu les eaux de l'atmosphère bien plus tard que les pôles, et que par conséquent cette cause secondaire du refroidissement agissant plus promptement et plus puissamment que les deux premières causes, la chaleur des terres du nord se sera considérablement attiédie par la chute des eaux, tandis que la chaleur des terres méridionales se maintenoit et ne pouvoit diminuer que par sa propre déperdition. Et quand même on m'objecteroit que la chute des eaux, soit sur l'équateur, soit sur les pôles, n'étant que la suite du refroidissement à un certain degré de chacune de ces deux parties du globe, elle n'a eu lieu dans l'une et dans l'autre que quand la température de la terre et celle des eaux tombantes ont été respectivement les mêmes, et que par conséquent cette chute d'eau n'a pas autant contribué que je le dis à accélérer le refroidissement sous le pôle plus que sous l'équateur, on sera forcé de convenir que les vapeurs, et par conséquent les eaux tombant sur l'équateur, avoient plus de chaleur à cause de l'action du soleil, et que, par cette raison, elles ont refroidi plus lentement les terres de la zone torride, en sorte que j'admettrois au moins neuf à dix mille ans entre le temps de la naissance des éléphans dans les contrées septentrionales et le temps où ils se sont retirés jusqu'aux contrées les plus méridionales : car le froid ne venoit et ne vient encore que d'en haut; les pluies continuelles qui tomboient sur les parties polaires du globe en accéléroient incessamment le refroidissement, tandis qu'aucune cause extérieure ne contribuoit à celui des parties de l'équateur. Or, cette cause qui nous paroît si sensible par les neiges de nos hivers et les grêles de notre été, ce froid qui des hautes régions de l'air nous arrive par intervalles, tomboit à-plomb et sans interruption sur les terres septentrionales, et les a refroidies bien plus promptement que n'ont pu se refroidir les terres de l'équateur sur lesquelles ces ministres du froid, l'eau, la neige, et la grêle, ne pouvoient agir ni tomber. D'ailleurs nous devons faire entrer ici une considération très-importante sur les limites qui bornent la durée de la nature vivante : nous en avons établi le premier terme possible à trente-cinq mille ans de la formation du globe terrestre, et le dernier terme à quatre-vingt-treize mille ans à dater de ce jour; ce qui fait cent trente deux mille ans pour la durée absolue de cette belle nature [1]. Voilà les limites les plus éloignées et la plus grande étendue de durée que nous ayons données, d'après nos hypothèses, à la vie de la nature sensible : cette vie aura pu commencer à trente-cinq ou trente-six mille ans, parce qu'alors le globe étoit assez refroidi à ses parties polaires pour qu'on pût le toucher sans se brûler, et elle pourra ne finir que dans quatre-vingt-treize mille ans, lorsque le globe sera plus froid que la glace. Mais, entre ces deux limites si éloignées, il faut en admettre d'autres plus rapprochées. Les eaux et toutes les matieres qui sont tombées de l'atmosphère n'ont cessé d'être dans un état d'ébullition qu'au moment où on pouvoit les toucher sans se brûler : ce n'est donc que long-temps après cette période de trente-six mille ans que les êtres doués d'une sensibilité pareille à celle que nous leur connoissons ont pu naître et subsister; car si la terre, l'air, et l'eau, ore noient tout à coup ce degré de chaleur qui ne nous permettroit de pouvoir les toucher sans en être vivement offensés, y auroit-il un seul des êtres actuels capable de résister à cette chaleur mortelle, puisqu'elle excéderoit de beaucoup la chaleur vitale de leur corps? Il a pu exister alors des végétaux, des coquillages, et des poissons d'une nature moins sensible à la chaleur, dont les espèces ont été anéanties par le refroidissement dans les âges subséquens, et ce sont ceux dont nous trouvons les dépouilles et les détrimens dans les mines de charbon, dans les ardoises, dans les schistes, et dans les couches d'argile, aussi bien que dans les bancs de marbre et des autres matières calcaires; mais toutes les espèces plus sensibles, et particulièrement les animaux terrestres n'ont pu naître et se multiplier que dan les temps postérieurs et plus voisins du nôtre.

Et dans quelle contrée du nord les premiers animaux terrestres auront-ils pris naissance? n'est-il pas probable que c'est dans les terres les plus élevées, puisqu'elles ont été refroidies avant les autres? et n'est-il pas également probable que les éléphans et les autres animaux actuellement habitant les terres du midi sont nés les premiers de tous,

1. Voyez les tableaux dans le volume de cette Histoire naturelle.

et qu'ils ont occupé ces terres du nord pendant quelques milliers d'années, et long-temps avant la naissance des rennes qui habitent aujourd'hui ces mêmes terres du nord?

Dans ce temps, qui n'est guère éloigné du nôtre que de quinze mille ans, les éléphans, les rhinocéros, les hippopotames, et probablement toutes les espèces qui ne peuvent se multiplier actuellement que sous la zone torride, vivoient donc et se multiplioient dans les terres du nord, dont la chaleur étoit au même degré, et par conséquent tout aussi convenable à leur nature; ils y étoient en grand nombre; ils y ont séjourné long-temps; la quantité d'ivoire et de leurs autres dépouilles que l'on a découvertes et que l'on découvre tous les jours dans ces contrées septentrionales nous démontre évidemment qu'elles ont été leur patrie, leur pays natal, et certainement la première terre qu'ils aient occupée: mais, de plus, ils ont existé en même temps dans les contrées septentrionales de l'Europe, de l'Asie, et de l'Amérique; ce qui nous fait connoître que les deux continens étoient alors contigus, et qu'ils n'ont été séparés que dans des temps subséquens. J'ai dit que nous avions au Cabinet du Roi des défenses d'éléphant trouvées en Russie et en Sibérie, et d'autres qui ont été trouvées au Canada, près de la rivière d'Ohio. Les grosses dents molaires de l'hippopotame et de l'énorme animal dont l'espece est perdue nous sont arrivées du Canada, et d'autres toutes semblables sont venues de Tartarie et de Sibérie. On ne peut donc pas douter que ces animaux, qui n'habitent aujourd'hui que les terres du midi de notre continent, n'existassent aussi dans les terres septentrionales de l'autre, et dans le même temps, car la terre étoit également chaude ou refroidie au même degré dans tous deux. Et ce n'est pas seulement dans les terres du nord qu'on a trouvé ces dépouilles d'animaux du midi, mais elles se trouvent encore dans tous les pays tempérés, en France, en Allemagne, en Italie, en Angleterre, etc. Nous avons sur cela des monumens authentiques; c'est-à-dire des défenses d'éléphans et d'autres ossemens de ces animaux trouvés dans plusieurs provinces de l'Europe.

Dans les temps précédens, ces mêmes terres septentrionales étoient recouvertes par les eaux de la mer, lesquelles, par leur mouvement, y ont produit les mêmes effets que partout ailleurs: elles en ont figuré les collines, elles les ont composées de couches horizontales, elles ont déposé les argiles et les matières calcaires en forme de sédiment; car on trouve dans ces terres du nord, comme dans nos contrées, les coquillages et les débris des autres productions marines enfouis à d'assez grandes profondeurs dans l'intérieur de la terre, tandis que ce n'est pour ainsi dire qu'à sa superficie, c'est-à-dire à quelques pieds de profondeur, que l'on trouve les squelettes d'éléphans, de rhinocéros, et les autres dépouilles des animaux terrestres.

Il paroît même que ces premiers animaux terrestres étoient, comme les premiers animaux marins, plus grands qu'ils ne le sont aujourd'hui. Nous avons parlé de ces énormes dents carrées à pointes mousses qui ont appartenu à un animal plus grand que l'éléphant, et dont l'espèce ne subsiste plus: nous avons indiqué ces coquillages en volutes qui ont jusqu'à huit pieds de diamètre sur un pied d'épaisseur; et nous avons vu de même des défenses, des dents, des omoplates, des fémurs d'éléphans d'une taille supérieure à celle des éléphans actuellement existans. Nous avons reconnu, par la comparaison immédiate des dents mâchelières des hippopotames d'aujourd'hui avec les grosses dents qui nous sont venues de la Sibérie et du Canada, que les anciens hippopotames auxquels ces grosses dents ont autrefois appartenu étoient au moins quatre fois plus volumineux que ne le sont les hippopotames actuellement existans. Ces grands ossemens et ces énormes dents sont des témoins subsistans de la grande force de la nature dans ces premiers âges. Mais, pour ne pas perdre de vue notre objet principal, suivons nos éléphans dans leur marche progressive du nord au midi.

Nous ne pouvons douter qu'après avoir occupé les parties septentrionales de la Russie et de la Sibérie jusqu'au 60e degré [1], où l'on a trouvé leurs dépouilles en grande quantité, ils n'aient ensuite gagné les terres moins septentrionales, puisqu'on trouve encore de ces mêmes dépouilles en Moscovie, en Pologne, en Allemagne, en Angleterre, en France, en Italie; en sorte qu'à mesure que les terres du nord se refroidissoient, ces animaux cherchoient des terres plus chaudes; et il est clair que tous les climats, depuis le nord jusqu'à l'équateur, ont successivement joui du degré de chaleur convenable à leur nature. Ainsi, quoique de

1. On a trouvé cette année même (1776) des défenses et des ossemens d'éléphans près de Saint-Pétersbourg, qui, comme l'on sait, est à très-peu près sous cette latitude de 60 degrés.

mémoire d'homme l'espèce de l'éléphant ne paroisse avoir occupé que les climats actuellement les plus chauds dans notre continent, c'est-à-dire les terres qui s'étendent à peu près à 20 degrés des deux côtés de l'équateur, et qu'ils y paroissent confinés depuis plusieurs siècles, les monumens de leurs dépouilles trouvées dans toutes les parties tempérées de ce même continent démontrent qu'ils ont aussi habité pendant autant de siecles les différens climats de ce même continent; d'abord du 60e au 50e degré, puis du 50e au 40e, ensuite du 40e au 30e, et du 30e au 20e, enfin du 20e à l'équateur, et au delà à la même distance. On pourroit même présumer qu'en faisant des recherches en Laponie, dans les terres de l'Europe et de l'Asie qui sont au delà du 60e degré, on pourroit y trouver de même des défenses et des ossemens d'éléphans, ainsi que des autres animaux du midi, à moins qu'on ne veuille supposer (ce qui n'est pas sans vraisemblance) que, la surface de la terre étant encore plus élevée en Sibérie que dans toutes les provinces qui l'avoisinent du côté du nord, ces mêmes terres de la Sibérie ont été les premieres abandonnées par les eaux, et par conséquent les premières où les animaux terrestres aient pu s'établir. Quoi qu'il en soit, il est certain que les éléphans ont vécu, produit, multiplié pendant plusieurs siecles dans cette même Sibérie et dans le nord de la Russie; qu'ensuite ils ont gagné les terres du 50e au 40e degré, et qu'ils y ont subsisté plus long-temps que dans leur terre natale, et encore plus long-temps dans les contrées du 40e au 30e degré, etc., parce que le refroidissement successif du globe a toujours été plus lent, à mesure que les climats se sont trouvés plus voisins de l'équateur, tant par la plus forte épaisseur du globe que par la plus grande chaleur du soleil.

Nous avons fixé, d'après nos hypothèses, le premier instant possible du commencement de la nature vivante, à trente-cinq ou trente-six mille ans, à dater de la formation du globe, parce que ce n'est qu'à cet instant qu'on auroit pu commencer à le toucher sans se brûler : en donnant vingt-cinq mille ans de plus pour achever l'ouvrage immense de la construction de nos montagnes calcaires, pour leur figuration par angles saillans et rentrans, pour l'abaissement des mers, pour les ravages des volcans et pour le desséchement de la surface de la terre, nous ne compterons qu'environ quinze mille ans depuis le temps où la terre, après avoir essuyé, éprouvé tant de bouleversemens et de changemens, s'est enfin trouvée dans un état plus calme et assez fixe pour que les causes de destruction ne fussent pas plus puissantes et plus générales que celles de la production. Donnant donc quinze mille ans d'ancienneté à la nature vivante, telle qu'elle nous est parvenue, c'est-à-dire quinze mille ans d'ancienneté aux espèces d'animaux terrestres nées dans les terres du nord et actuellement existantes dans celles du midi, nous pourrons supposer qu'il y a peut-être cinq mille ans que les éléphans sont confinés dans la zone torride, et qu'ils ont séjourné tout autant de temps dans les climats qui forment aujourd'hui les zones tempérées, et peut-être autant dans les climats du nord, où ils ont pris naissance.

Mais cette marche régulière qu'ont suivie les plus grands, les premiers animaux de notre continent, paroît avoir souffert des obstacles dans l'autre. Il est très-certain qu'on a trouvé, et il est très-probable qu'on trouvera encore, des défenses et des ossemens d'éléphans en Canada, dans le pays des Ilinois, au Mexique, et dans quelques autres endroits de l'Amérique septentrionale; mais nous n'avons aucune observation, aucun monument, qui nous indiquent le même fait pour les terres de l'Amérique méridionale. D'ailleurs l'espèce même de l'éléphant qui s'est conservée dans l'ancien continent ne subsiste plus dans l'autre : non seulement cette espece ni aucune autre de toutes celles des animaux terrestres qui occupent actuellement les terres méridionales de notre continent ne se sont trouvées dans les terres méridionales du Nouveau Monde, mais même il paroît qu'ils n'ont existé que dans les contrées septentrionales de ce nouveau continent; et cela dans le même temps qu'ils existoient dans celles de notre continent. Ce fait ne démontre-t-il pas que l'ancien et le nouveau continent n'étoient pas alors séparés vers le nord, et que leur séparation ne s'est faite que postérieurement au temps de l'existence des éléphans dans l'Amérique septentrionale, où leur espèce s'est probablement éteinte par le refroidissement, et à peu près dans le temps de cette séparation des continens, parce que ces animaux n'auront pu gagner les régions de l'équateur dans ce nouveau continent comme ils l'ont fait dans l'ancien, tant en Asie qu'en Afrique? En effet, si l'on considère la surface de ce nouveau continent, on voit que les parties méridionales voisines de l'isthme de Panama sont occupées par de très-hautes

montagnes : les éléphans n'ont pu franchir ces barrières invincibles pour eux, à cause du trop grand froid qui se fait sentir sur ces hauteurs ; ils n'auront donc pas été au delà des terres de l'isthme, et n'auront subsisté dans l'Amérique septentrionale qu'autant qu'aura duré dans cette terre le degré de chaleur nécessaire à leur multiplication. Il en est de même de tous les autres animaux des parties méridionales de notre continent; aucun ne s'est trouvé dans les parties méridionales de l'autre. J'ai démontré cette vérité par un si grand nombre d'exemples qu'on ne peut la révoquer en doute [1].

Les animaux, au contraire, qui peuplent actuellement nos régions tempérées et froides se trouvent également dans les parties septentrionales des deux continens; ils y sont nés postérieurement aux premiers et s'y sont conservés, parce que leur nature n'exige pas une aussi grande chaleur. Les rennes et les autres animaux qui ne peuvent subsister que dans les climats les plus froids sont venus les derniers; et qui sait si, par succession de temps, lorsque la terre sera refroidie, il ne paroîtra pas de nouvelles especes dont le tempérament différera de celui du renne autant que la nature du renne diffère à cet égard de celle de l'éléphant? Quoi qu'il en soit, il est certain qu'aucun des animaux propres et particuliers aux terres méridionales de notre continent ne s'est trouvé dans les terres méridionales de l'autre, et que même, dans le nombre des animaux communs à notre continent et à celui de l'Amérique septentrionale, dont les espèces se sont conservées dans tous les deux, à peine en peut-on citer une qui soit arrivée à l'Amérique méridionale. Cette partie du monde n'a donc pas été peuplée comme toutes les autres ni dans le même temps; elle est demeurée pour ainsi dire isolée et séparée du reste de la terre par les mers et par ses hautes montagnes. Les premiers animaux terrestres nés dans les terres du nord n'ont donc pu s'établir, par communication, dans ce continent méridional de l'Amérique, ni subsister dans son continent septentrional qu'autant qu'il a conservé le degré de chaleur nécessaire à leur propagation ; et cette terre de l'Amérique méridionale, réduite à ses propres forces, n'a enfanté que des animaux plus foibles et beaucoup plus petits que ceux qui sont venus du nord pour peupler nos contrées du midi.

Je dis que les animaux qui peuplent aujourd'hui les terres du midi de notre continent y sont venus du nord, et je crois pouvoir l'affirmer avec tout fondement : car, d'une part, les monumens que nous venons d'exposer le démontrent; et, d'autre côté, nous ne connoissons aucune espece grande et principale, actuellement subsistante dans ces terres du midi, qui n'ait existé précédemment dans les terres du nord, puisqu'on y trouve des défenses et des ossemens d'éléphans, des squelettes de rhinocéros, des dents d'hippopotames, et des têtes monstrueuses de bœufs, qui ont frappé par leur grandeur, et qu'il est plus que probable qu'on y a trouvé de même des débris de plusieurs autres espèces moins remarquables, en sorte que si l'on veut distinguer dans les terres méridionales de notre continent les animaux qui y sont arrivés du nord, de ceux que cette même terre a pu produire par ses propres forces, on reconnoîtra que tout ce qu'il y a de colossal et de grand dans la nature a été formé dans les terres du nord; et que si celles de l'équateur ont produit quelques animaux, ce sont des espèces inférieures bien plus petites que les premières.

Mais ce qui doit faire douter de cette production, c'est que ces espèces, que nous supposons ici produites par les propres forces des terres méridionales de notre continent, auroient dû ressembler aux animaux des terres méridionales de l'autre continent, lesquels n'ont de même été produits que par la propre force de cette terre isolée : c'est néanmoins tout le contraire, car aucun des animaux de l'Amérique méridionale ne ressemble assez aux animaux des terres du midi de notre continent pour qu'on puisse les regarder comme de la même espece; ils sont, pour la plupart, d'une forme si différente, que ce n'est qu'après un long examen qu'on peut les soupçonner d'être les représentans de quelques-uns de ceux de notre continent. Quelle différence de l'éléphant au tapir, qui cependant est de tous le seul qu'on puisse lui comparer, mais qui s'en éloigne déjà beaucoup par la figure, et prodigieusement par la grandeur! car ce tapir, cet éléphant du Nouveau-Monde, n'a ni trompe ni défenses, et n'est guere plus grand qu'un âne. Aucun animal de l'Amérique méridionale ne ressemble au rhinocéros, aucun à l'hippopotame, aucun à la girafe : et quelle différence encore entre le lama et le chameau, quoiqu'elle soit moins grande qu'entre le tapir et l'éléphant!

L'établissement de la nature vivante, sur-

1. Voyez les trois Discours sur les animaux des deux continens, dans les volumes suivans.

tout de celle des animaux terrestres, s'est donc fait dans l'Amérique méridionale bien postérieurement à son séjour déjà fixé dans les terres du nord; et peut-être la différence du temps est-elle de plus de quatre ou cinq mille ans. Nous avons exposé une partie des faits et des raisons qui doivent faire penser que le Nouveau-Monde, surtout dans ses parties méridionales, est une terre plus récemment peuplée que celle de notre continent; que la nature, bien loin d'y être dégénérée par vétusté, y est au contraire née tard, et n'y a jamais existé avec les mêmes forces, la même puissance active que dans les contrées septentrionales; car on ne peut douter, après ce qui vient d'être dit, que les grandes et premières formations des êtres animés ne se soient faites dans les terres élevées du nord, d'où elles ont successivement passé dans les contrées du midi sous la même forme, et sans avoir rien perdu que sur les dimensions de leur grandeur. Nos éléphans et nos hippopotames, qui nous paroissent si gros, ont eu des ancêtres plus grands dans les temps qu'ils habitoient les terres septentrionales où ils ont laissé leurs dépouilles : les cétacés d'aujourd'hui sont aussi moins gros qu'ils ne l'étoient anciennement : mais c'est peut-être par une autre raison.

Les baleines, les gibbars, molars, cachalots, narwals, et autres grands cétacés, appartiennent aux mers septentrionales, tandis que l'on ne trouve dans les mers tempérées et méridionales que les lamantins, les dugons, les marsouins, qui tous sont inférieurs aux premiers en grandeur. Il semble donc, au premier coup d'œil, que la nature ait opéré d'une manière contraire et par une succession inverse, puisque tous les plus grands animaux terrestres se trouvent actuellement dans les contrées du midi, tandis que tous les plus grands animaux marins n'habitent que les régions de notre pôle. Et pourquoi ces grandes et presque monstrueuses espèces paroissent-elles confinées dans ces mers froides? Pourquoi n'ont-elles pas gagné successivement, comme les éléphans, les régions les plus chaudes? En un mot, pourquoi ne se trouvent-elles ni dans les mers tempérées ni dans celles du midi? car, à l'exception de quelques cachalots qui viennent assez souvent autour des Açores, et quelquefois échouer sur nos côtes, et dont l'espèce paroît la plus vagabonde de ces grands cétacés, toutes les autres sont demeurées et ont encore leur séjour constant dans les mers boréales des deux continens. On a bien remarqué, depuis qu'on a commencé la pêche ou plutôt la chasse de ces grands animaux, qu'ils se sont retirés des endroits où l'homme alloit les inquiéter. On a de plus observé que ces premières baleines, c'est-à-dire celles que l'on pêchoit il y a cent cinquante et deux cents ans, étoient beaucoup plus grosses que celles d'aujourd'hui; elles avoient jusqu'à cent pieds de longueur, tandis que les plus grandes que l'on prend actuellement n'en ont que soixante. On pourroit même expliquer d'une manière assez satisfaisante les raisons de cette différence de grandeur; car les baleines, ainsi que tous les autres cétacés, et même la plupart des poissons, vivent, sans comparaison, bien plus long-temps qu'aucun des animaux terrestres; et dès lors leur entier accroissement demande aussi un temps beaucoup plus long. Or quand on a commencé la pêche des baleines, il y a cent cinquante ou deux cents ans, on a trouvé les plus âgées et celles qui avoient pris leur entier accroissement; on les a poursuivies, chassées de préférence; enfin on les a détruites, et il ne reste aujourd'hui dans les mers fréquentées par nos pêcheurs que celles qui n'ont pas encore atteint toutes leurs dimensions : car, comme nous l'avons dit ailleurs, une baleine peut bien vivre mille ans, puisqu'une carpe en vit plus de deux cents.

La permanence du séjour de ces grands animaux dans les mers boréales semble fournir une nouvelle preuve de la continuité des continens vers les régions de notre nord, et nous indiquer que cet état de continuité a subsisté long-temps; car si ces animaux marins, que nous supposerons pour un moment nés en même temps que les éléphans, eussent trouvé la route ouverte, ils auroient gagné les mers du midi, pour peu que le refroidissement des eaux leur eût été contraire; et cela seroit arrivé s'ils eussent pris naissance dans le temps que la mer étoit encore chaude. On doit donc présumer que leur existence est postérieure à celle des éléphans et des autres animaux qui ne peuvent subsister que dans les climats du midi. Cependant il se pourroit aussi que la différence de température fût, pour ainsi dire, indifférente ou beaucoup moins sensible aux animaux aquatiques qu'aux animaux terrestres. Le froid et le chaud sur la surface de la terre et de la mer suivent à la vérité l'ordre des climats, et la chaleur de l'intérieur du globe est la même dans le sein de la mer et dans celui de la terre à la même profondeur; mais les variations de température,

qui sont si grandes à la surface de la terre, sont beaucoup moindres, et presque nulles, à quelques toises de profondeur sous les eaux. Les injures de l'air ne s'y font pas sentir, et ces grands cétacés ne les éprouvent pas, ou du moins peuvent s'en garantir : d'ailleurs, par la nature même de leur organisation, ils paroissent être plutôt munis contre le froid que contre la grande chaleur; car, quoique leur sang soit à peu près aussi chaud que celui des animaux quadrupèdes, l'énorme quantité de lard et d'huile qui recouvre leur corps, en les privant du sentiment vif qu'ont les autres animaux, les défend en même temps de toutes les impressions extérieures : et il est à présumer qu'ils restent où ils sont parce qu'ils n'ont pas même le sentiment qui pourroit les conduire vers une température plus douce, ni l'idée de se trouver mieux ailleurs; car il faut de l'instinct pour se mettre à son aise, il en faut pour se déterminer à changer de demeure, et il y a des animaux, et même des hommes, si bruts, qu'ils préfèrent de languir dans leur ingrate terre natale, à la peine qu'il faudroit prendre pour se gîter plus commodément ailleurs [1]. Il est donc très-probable que ces cachalots que nous voyons de temps en temps arriver des mers septentrionales sur nos côtes ne se décident pas à faire ce voyage pour jouir d'une température plus douce, mais qu'ils y sont déterminés par les colonnes de harengs, de maquereaux, et d'autres petits poissons, qu'ils suivent et avalent par milliers [2].

Toutes ces considérations nous font présumer que les régions de notre nord, soit de la mer, soit de la terre, ont non seulement été les premières fécondées, mais que c'est encore dans ces mêmes régions que la nature vivante s'est élevée à ses plus grandes dimensions. Et comment expliquer cette supériorité de force et cette supériorité de formation donnée à cette région du nord exclusivement à toutes les autres parties de la terre? car nous voyons par l'exemple de l'Amérique méridionale, dans les terres de laquelle il ne se trouve que de petits animaux, et dans les mers le seul lamantin, qui est aussi petit en comparaison de la baleine que le tapir l'est en comparaison de l'éléphant; nous voyons, dis-je, par cet exemple frappant, que la nature n'a jamais produit dans les terres du midi des animaux comparables en grandeur aux animaux du nord; et nous voyons de même, par un second exemple tiré des monumens, que, dans les terres méridionales de notre continent, les plus grands animaux sont ceux qui sont venus du nord, et que, s'il s'en est produit dans ces terres de notre midi, ce ne sont que des espèces très-inférieures aux premières en grandeur et en force. On doit même croire qu'il ne s'en est produit aucune dans les terres méridionales de l'ancien continent, quoiqu'il s'en soit formé dans celles du nouveau; et voici les motifs de cette présomption:

Toute production, toute génération, et même tout accroissement, tout développement, supposent le concours et la réunion d'une grande quantité de molécules organiques vivantes; ces molécules, qui animent tous les corps organisés, sont successivement employées à la nutrition et à la génération de tous les êtres. Si tout à coup la plus grande partie de ces êtres étoit supprimée, on verroit paroître des espèces nouvelles, parce que ces molécules organiques, qui sont indestructibles et toujours actives, se réuniroient pour composer d'autres corps organisés; mais étant entièrement absorbées par les moules intérieurs des êtres existans, il ne peut se former d'espèces nouvelles, du moins dans les premières classes de la nature, telles que celles des grands animaux. Or ces grands animaux sont arrivés du nord sur les terres du midi; ils s'y sont nourris, reproduits, multipliés, et ont par conséquent absorbé les molécules vivantes, en sorte qu'ils n'en ont point laissé de super-

1. Je puis en citer un exemple frappant : les Maillés, petite nation sauvage de la Guiane, à peu de distance de l'embouchure de la rivière Ouassa, n'ont pas d'autre domicile que les arbres, au dessus desquels ils se tiennent toute l'année, parce que leur terrain est toujours plus ou moins couvert d'eau; ils ne descendent de ces arbres que pour aller en canots chercher leur subsistance. Voilà un singulier exemple du stupide attachement à la terre natale; car il ne tiendroit qu'à ces sauvages d'aller comme les autres habiter sur la terre, en s'éloignant de quelques lieues des savanes noyées où ils ont pris naissance et où ils veulent mourir. Ce fait, cité par quelques voyageurs, m'a été confirmé par plusieurs témoins, qui ont vu récemment cette petite nation, composée de trois ou quatre cents sauvages : ils se tiennent en effet sur les arbres au dessus de l'eau, ils y demeurent toute l'année: leur terrain est une grande nappe d'eau pendant les huit ou neuf mois de pluie; et, pendant les quatre mois d'été, la terre n'est qu'une boue fangeuse, sur laquelle il se forme une petite croûte de cinq ou six pouces d'épaisseur, composée d'herbes plutôt que de terre, et sous lesquelles on trouve une grande épaisseur d'eau croupissante et fort infecte. (*Add. Buff.*)

2. Nous n'ignorons pas qu'en général les cétacés ne se tiennent point au delà du 78 ou 79e degré, et nous savons qu'ils descendent en hiver à quelques degrés au dessous; mais ils ne viennent jamais en nombre dans les mers tempérées ou chaudes.

flues qui auroient pu former des espèces nouvelles; tandis qu'au contraire dans les terres de l'Amérique méridionale, où les grands animaux du nord n'ont pu pénétrer, les molécules organiques vivantes ne se trouvant absorbées par aucun moule animal déjà subsistant, elles se seront réunies pour former des espèces qui ne ressemblent point aux autres, et qui toutes sont inférieures, tant par la force que par la grandeur, à celles des animaux venus du nord.

Ces deux formations, quoique d'un temps différent, se sont faites de la même manière et par les mêmes moyens; et si les premières sont supérieures à tous égards aux dernières, c'est que la fécondité de la terre, c'est-à-dire la quantité de la matière organique vivante, étoit moins abondante dans ces climats méridionaux que dans celui du nord. On peut en donner la raison, sans la chercher ailleurs que dans notre hypothèse; car toutes les parties aqueuses, huileuses, et ductiles, qui devoient entrer dans la composition des êtres organisés, sont tombées avec les eaux sur les parties septentrionales du globe bien plus tôt et en bien plus grande quantité que sur les parties méridionales. C'est dans ces matières aqueuses et ductiles que les molécules organiques vivantes ont commencé à exercer leur puissance pour modeler et développer les corps organisés; et comme les molécules organiques ne sont produites que par la chaleur sur les matières ductiles, elles étoient aussi plus abondantes dans les terres du nord qu'elles n'ont pu l'être dans les terres du midi, où ces mêmes matieres étoient en moindre quantité : il n'est pas étonnant que les premieres, les plus fortes, et les plus grandes productions de la nature vivante se soient faites dans ces mêmes terres du nord, tandis que dans celles de l'équateur, et particulierement dans celles de l'Amérique méridionale, où la quantité de ces mêmes matieres ductiles étoit bien moindre, il ne s'est formé que des especes inférieures plus petites et plus foibles que celles des terres du nord.

Mais revenons à l'objet principal de notre époque. Dans ce même temps où les éléphans habitoient nos terres septentrionales, les arbres et les plantes qui couvrent actuellement nos contrées méridionales existoient aussi dans ces mêmes terres du nord. Les monumens semblent le démontrer; car toutes les impressions bien avérées des plantes qu'on a trouvées dans nos ardoises et nos charbons présentent la figure de plantes qui n'existent actuellement que dans les grandes Indes ou dans les autres parties du midi. On pourra m'objecter, malgré la certitude du fait par l'évidence de ces preuves, que les arbres et les plantes n'ont pu voyager comme les animaux, ni par conséquent se transporter du nord au midi. A cela je réponds, 1° que ce transport ne s'est pas fait tout à coup, mais successivement : les espèces de végétaux se sont semées de proche en proche dans les terres dont la température leur devenoit convenable; et ensuite ces mêmes espèces, après avoir gagné jusqu'aux contrées de l'équateur, auront péri dans celles du nord, dont elles ne pouvoient plus supporter le froid. 2° Ce transport ou plutôt ces accrues successives de bois ne sont pas même nécessaires pour rendre raison de l'existence de ces végétaux dans les pays méridionaux; car en général la même température, c'est-à-dire le même degré de chaleur, produit partout les mêmes plantes, sans qu'elles y aient été transportées. La population des terres méridionales par les végétaux est donc encore plus simple que par les animaux.

Il reste celle de l'homme : a-t-elle été contemporaine à celle des animaux? Des motifs majeurs et des raisons très-solides se joignent ici pour prouver qu'elle s'est faite postérieurement à toutes nos époques, et que l'homme est en effet le grand et dernier œuvre de la création. On ne manquera pas de nous dire que l'analogie semble démontrer que l'espèce humaine a suivi la même marche et qu'elle date du même temps que les autres especes; qu'elle s'est même plus universellement répandue, et que, si l'époque de sa création est postérieure à celle des animaux, rien ne prouve que l'homme n'ait pas au moins subi les mêmes lois de la nature, les mêmes altérations, les mêmes changemens. Nous conviendrons que l'espèce humaine ne differe pas essentiellement des autres espèces par ses facultés corporelles, et qu'à cet égard son sort eût été le même à peu près que celui des autres espèces : mais pouvons-nous douter que nous ne différions prodigieusement des animaux par le rayon divin qu'il a plu au souverain Être de nous départir? Ne voyons-nous pas que dans l'homme la matière est conduite par l'esprit? Il a donc pu modifier les effets de la nature; il a trouvé le moyen de résister aux intempéries des climats; il a créé de la chaleur, lorsque le froid l'a détruite : la découverte et les usages de l'élément du feu, dus à sa seule intelligence, l'ont rendu plus fort et plus robuste

qu'aucun des animaux, et l'ont mis en état de braver les tristes effets du refroidissement. D'autres arts, c'est-à-dire d'autres traits de son intelligence, lui ont fourni des vêtemens, des armes, et bientôt il s'est trouvé le maître du domaine de la terre : ces mêmes arts lui ont donné les moyens d'en parcourir toute la surface et de s'habituer partout, parce qu'avec plus ou moins de précautions tous les climats lui sont devenus pour ainsi dire égaux. Il n'est donc pas étonnant que, quoiqu'il n'existe aucun des animaux du midi de notre continent dans l'autre, l'homme seul, c'est-à-dire son espèce, se trouve également dans cette terre isolée de l'Amérique méridionale qui paroît n'avoir eu aucune part aux premières formations des animaux, et aussi dans toutes les parties froides ou chaudes de la surface de la terre : car quelque part et quelque loin que l'on ait pénétré depuis la perfection de l'art de la navigation, l'homme a trouvé partout des hommes; les terres les plus disgraciées, les îles les plus isolées, les plus éloignées des continens, se sont presque toutes trouvées peuplées; et l'on ne peut pas dire que ces hommes, tels que ceux des îles Marianes, ou ceux d'Otahiti, et des autres petites îles situées dans le milieu des mers à de si grandes distances de toutes terres habitées, ne soient néanmoins des hommes de notre espèce, puisqu'ils peuvent produire avec nous, et que les petites différences qu'on remarque dans leur nature ne sont que de légères variétés causées par l'influence du climat et de la nourriture.

Néanmoins, si l'on considère que l'homme, qui peut se munir aisément contre le froid, ne peut au contraire se défendre par aucun moyen contre la chaleur trop grande, que même il souffre beaucoup dans les climats que les animaux du midi cherchent de préférence, on aura une raison de plus pour croire que la création de l'homme a été postérieure à celle de ces grands animaux. Le souverain Être n'a pas répandu le souffle de vie dans le même instant sur toute la surface de la terre; il a commencé par féconder les mers, et ensuite les terres les plus élevées; et il a voulu donner tout le temps nécessaire à la terre pour se consolider, se refroidir, se découvrir, se sécher, et arriver enfin à l'état de repos et de tranquillité où l'homme pouvoit être le témoin intelligent, l'admirateur paisible du grand spectacle de la nature et des merveilles de la création. Ainsi nous sommes persuadés, indépendamment de l'autorité des livres sacrés, que l'homme a été créé le dernier, et qu'il n'est venu prendre le sceptre de la terre que quand elle s'est trouvée digne de son empire. Il paroît néanmoins que son premier séjour a d'abord été, comme celui des animaux terrestres, dans les hautes terres de l'Asie; que c'est dans ces mêmes terres où sont nés les arts de premiere nécessité, et bientôt après les sciences, également nécessaires à l'exercice de la puissance de l'homme, et sans lesquelles il n'auroit pu former de société, ni compter sa vie, ni commander aux animaux, ni se servir autrement des végétaux que pour les brouter. Mais nous nous réservons d'exposer dans notre dernière époque les principaux faits qui ont rapport à l'histoire des premiers hommes.

SIXIÈME ÉPOQUE.

Lorsque s'est faite la séparation des continens.

Le temps de la séparation des continens est certainement postérieur au temps où les éléphans habitoient les terres du nord, puisqu'alors leur espèce étoit également subsistante en Amérique, en Europe, et en Asie. Cela nous est démontré par les monumens, qui sont les dépouilles de ces animaux trouvées dans les parties septentrionales du nouveau continent, comme dans celles de l'ancien. Mais comment est-il arrivé que cette séparation des continens paroisse s'être faite en deux endroits par deux bandes de mer qui s'étendent depuis les contrées septentrionales, toujours en s'élargissant, jusqu'aux contrées les plus méridionales? Pourquoi ces bandes de mer ne se trouvent-elles pas, au contraire, presque parallèles à l'équateur, puisque le mouvement général des mers se fait d'orient en occident? N'est-ce pas une nouvelle preuve que les eaux sont primitivement venues des pôles, et qu'elles n'ont gagné les parties de l'équateur que successivement? Tant qu'a duré la chute des eaux, et jusqu'à l'entière épuration de l'atmosphère, leur mouvement général a été dirigé des pôles à l'équateur; et comme elles venoient en plus grande quantité du pôle austral, elles ont formé de vastes mers dans cet hémisphère, lesquelles vont en se rétrécissant de plus en plus dans l'hémisphère boréal, jusque sous le cercle polaire; et c'est par ce mouvement dirigé du sud au nord que les eaux ont aiguisé toutes les pointes des continens: mais après leur entier établissement sur la surface de la terre, qu'elles surmontoient partout de deux milles toises, leur mouvement des pôles à l'équateur ne se sera-t-il pas combiné, avant de cesser, avec le mouvement d'orient en occident? et, lorsqu'il a cessé tout-à-fait, les eaux entraînées par le seul mouvement d'orient en occident n'ont-elles pas escarpé tous les revers occidentaux des continens terrestres, quand elles se sont successivement abaissées? et enfin n'est-ce pas après leur retraite que tous les continens ont paru, et que leurs contours ont pris leur dernière forme?

Nous observerons d'abord que l'étendue des terres dans l'hémisphère boréal, en le prenant du cercle polaire à l'équateur, est si grande en comparaison de l'étendue des terres prises de même dans l'hémisphère austral, qu'on pourroit regarder le premier comme l'hémisphère terrestre, et le second comme l'hémisphère maritime. D'ailleurs il y a si peu de distance entre les deux continens vers les régions de notre pôle, qu'on ne peut guère douter qu'ils ne fussent continus dans les temps qui ont succédé à la retraite des eaux. Si l'Europe est aujourd'hui séparée du Groenland, c'est probablement parce qu'il s'est fait un affaissement considérable entre les terres du Groenland et celles de Norwège et de la pointe de l'Écosse, dont les Orcades, l'île de Schetland, celles de Feroé, de l'Islande, et de Hola, ne nous montrent plus que les sommets des terrains submergés; et si le continent de l'Asie n'est plus contigu à celui de l'Amérique vers le nord, c'est sans doute en conséquence d'un effet tout semblable. Ce premier affaissement que les volcans de l'Islande paroissent nous indiquer a non seulement été postérieur aux affaissemens des contrées de l'équateur et à la retraite des mers, mais postérieur encore de quelques siècles à la naissance des grands animaux terrestres dans les contrées septentrionales; et l'on ne peut douter que la séparation des continens vers le nord ne soit d'un temps assez moderne en comparaison de la division de ces mêmes continens vers les parties de l'équateur.

Nous présumons encore que non seulement le Groenland a été joint à la Norwège et à l'Écosse, mais aussi que le Canada pouvoit l'être à l'Espagne par les bancs de Terre-Neuve, les Açores et les autres iles et hauts-fonds qui se trouvent dans cet intervalle de mer; ils semblent nous présenter aujourd'hui les sommets les plus élevés de ces terres affaissées sous les eaux. La submersion en est peut-être encore plus moderne que celle du continent de l'Islande, puisque la tradition paroît s'en être conservée: l'histoire de l'île Atlantide, rapportée par Diodore et Platon, ne peut s'ap-

pliquer qu'à une très-grande terre qui s'étendoit fort au loin à l'occident de l'Espagne; cette terre Atlantide étoit très-peuplée, gouvernée par des rois puissans qui commandoient à plusieurs milliers de combattans, et cela nous indique assez positivement le voisinage de l'Amérique avec ces terres Atlantiques situées entre ces deux continens. Nous avouerons néanmoins que la seule chose qui soit ici démontrée par le fait, c'est que les deux continens étoient réunis dans le temps de l'existence des éléphans dans les contrées septentrionales de l'un et de l'autre, et il y a, selon moi, beaucoup plus de probabilité pour cette continuité de l'Amérique avec l'Asie qu'avec l'Europe. Voici les faits et les observations sur lesquels je fonde cette opinion :

1° Quoiqu'il soit probable que les terres du Groenland tiennent à celles de l'Amérique, l'on n'en est pas assuré; car cette terre du Groenland en est séparée d'abord par le détroit de Davis, qui ne laisse pas d'être fort large, et ensuite par la baie de Baffin, qui l'est encore plus; et cette baie s'étend jusqu'au 78e degré, en sorte que ce n'est qu'au delà de ce terme que le Groenland et l'Amérique peuvent être contigus.

2° Le Spitzberg paroît être une continuité des terres de la côte orientale du Groenland, et il y a un assez grand intervalle de mer entre cette côte du Groenland et celle de la Laponie : ainsi l'on ne peut guère imaginer que les éléphans de Sibérie ou de Russie aient pu passer au Groenland. Il en est de même de leur passage par la bande de terre que l'on peut supposer entre la Norwège, l'Écosse, l'Islande, et le Groenland : car cet intervalle nous présente des mers d'une largeur assez considérable ; et d'ailleurs ces terres, ainsi que celles du Groenland, sont plus septentrionales que celles où l'on trouve les ossemens d'éléphans, tant au Canada qu'en Sibérie : il n'est donc pas vraisemblable que ce soit par ce chemin, actuellement détruit de fond en comble, que ces animaux aient communiqué d'un continent à l'autre.

3° Quoique la distance de l'Espagne au Canada soit beaucoup plus grande que celle de l'Écosse au Groenland, cette route me paroîtroit la plus naturelle de toutes, si nous étions forcés d'admettre le passage des éléphans d'Europe en Amérique : car ce grand intervalle de mer entre l'Espagne et les terres voisines du Canada est prodigieusement raccourci par les bancs et les îles dont il est semé; et ce qui pourroit donner quelque probabilité de plus à cette présomption, c'est la tradition de la submersion de l'Atlantide.

4° L'on voit que de ces trois chemins, les deux premiers paroissent impraticables, et le dernier si long, qu'il y a peu de vraisemblance que les éléphans aient pu passer d'Europe en Amérique. En même temps il y a des raisons très-fortes qui me portent à croire que cette communication des éléphans d'un continent à l'autre a dû se faire par les contrées septentrionales de l'Asie, voisines de l'Amérique. Nous avons observé qu'en général toutes les côtes, toutes les pentes des terres, sont plus rapides vers les mers à l'occident, lesquelles, par cette raison, sont ordinairement plus profondes que les mers à l'orient. Nous avons vu qu'au contraire tous les continens s'étendent en longues pentes douces vers ces mers de l'orient. On peut donc présumer avec fondement que les mers orientales au delà et au dessus de Kamtschatka n'ont que peu de profondeur; et l'on a déjà reconnu qu'elles sont semées d'une très-grande quantité d'îles, dont quelques-unes forment des terrains d'une vaste étendue : c'est un archipel qui s'étend depuis Kamtschatka jusqu'à moitié de la distance de l'Asie à l'Amérique, sous le 60e degré, et qui semble y toucher sous le cercle polaire par les îles d'Anadir et par la pointe du continent de l'Asie.

D'ailleurs les voyageurs qui ont également fréquenté les côtes occidentales du nord de l'Amérique et les terres orientales depuis Kamtschatka jusqu'au nord de cette partie de l'Asie conviennent que les naturels de ces deux contrées d'Amérique et d'Asie se ressemblent si fort, qu'on ne peut guère douter qu'ils ne soient issus les uns des autres : non seulement ils se ressemblent par la taille, par la forme des traits, la couleur des cheveux, et la conformation du corps et des membres, mais encore par les mœurs et même par le langage. Il y a donc une très-grande probabilité que c'est de ces terres de l'Asie que l'Amérique a reçu ses premiers habitans de toute espèce, à moins qu'on ne voulût prétendre que les éléphans et tous les autres animaux, ainsi que les végétaux, ont été créés en grand nombre dans tous les climats où la température pouvoit leur convenir; supposition hardie et plus que gratuite, puisqu'il suffit de deux individus ou même d'un seul, c'est-à-dire d'un ou deux moules une fois donnés, et doués de la faculté de se reproduire, pour qu'en un certain nombre de siècles la terre

se soit peuplée de tous les êtres organisés dont la reproduction suppose ou non le concours des sexes.

En réfléchissant sur la tradition de la submersion de l'Atlantide, il m'a paru que les anciens Égyptiens, qui nous l'ont transmise, avoient des communications de commerce par le Nil et la Méditerranée jusqu'en Espagne et en Mauritanie, et que c'est par cette communication qu'ils auront été informés de ce fait, qui, quelque grand et quelque mémorable qu'il soit, ne seroit pas parvenu à leur connoissance s'ils n'étoient pas sortis de leur pays, fort éloigné du lieu de l'événement. Il sembleroit donc que la Méditerranée et même le détroit qui la joint à l'Océan existoient avant la submersion de l'Atlantide : néanmoins l'ouverture du détroit pourroit bien être de la même date. Les causes qui ont produit l'affaissement subit de cette vaste terre ont dû s'étendre aux environs; la même commotion qui l'a détruite a pu faire écrouler la petite portion de montagnes qui fermoit autrefois le détroit ; les tremblemens de terre qui, même de nos jours, se font encore sentir si violemment aux environs de Lisbonne, nous indiquent assez qu'ils ne sont que les derniers effets d'une ancienne et plus puissante cause, à laquelle on peut attribuer l'affaissement de cette portion de montagnes.

Mais qu'étoit la Méditerranée avant la rupture de cette barrière du côté de l'Océan, et de celle qui fermoit le Bosphore à son autre extrémité vers la mer Noire?

Pour répondre à cette question d'une manière satisfaisante, il faut réunir sous un même coup d'œil l'Asie, l'Europe, et l'Afrique, ne les regarder que comme un seul continent, et se représenter la forme en relief de la surface de tout ce continent, avec le cours de ses fleuves : il est certain que ceux qui tombent dans le lac Aral et dans la mer Caspienne ne fournissent qu'autant d'eau que ces lacs en perdent par l'évaporation; il est encore certain que la mer Noire reçoit, en proportion de son étendue, beaucoup plus d'eau par les fleuves que n'en reçoit la Méditerranée : aussi la mer Noire se décharge-t-elle par le Bosphore de ce qu'elle a de trop, tandis qu'au contraire la Méditerranée, qui ne reçoit qu'une petite quantité d'eau par les fleuves, en tire de l'Océan et de la mer Noire. Ainsi, malgré cette communication avec l'Océan, la mer Méditerranée et ces autres mers intérieures ne doivent être regardées que comme des lacs dont l'étendue a varié, et qui ne sont pas aujourd'hui tels qu'ils étoient autrefois. La mer Caspienne devoit être beaucoup plus grande et la Méditerranée plus petite avant l'ouverture des détroits du Bosphore et de Gibraltar; le lac Aral et la Caspienne ne faisoient qu'un seul grand lac, qui étoit le réceptacle commun du Wolga, du Jaïk, du Sirderoias, de l'Oxus, et de toutes les autres eaux qui ne pouvoient arriver à l'Océan : ces fleuves ont amené successivement les limons et les sables qui séparent aujourd'hui la Caspienne de l'Aral ; le volume d'eau a diminué dans ces fleuves à mesure que les montagnes dont ils entraînent les terres ont diminué de hauteur : il est donc très-probable que ce grand lac, qui est au centre de l'Asie, étoit anciennement encore plus grand, et qu'il communiquoit avec la mer Noire avant la rupture du Bosphore; car dans cette supposition, qui me paroît bien fondée[1], la mer Noire, qui reçoit aujourd'hui plus d'eau qu'elle ne pourroit en perdre par l'évaporation, étant alors jointe avec la Caspienne, qui n'en reçoit qu'autant qu'elle en perd, la surface de ces deux mers réunies étoit assez étendue pour que toutes les eaux amenées par les fleuves fussent enlevées par l'évaporation.

D'ailleurs le Don et le Wolga sont si voisins l'un de l'autre au nord de ces deux mers, qu'on ne peut guère douter qu'elles ne fussent réunies dans le temps où le Bosphore encore fermé ne donnoit à leurs eaux aucune issue vers la Méditerranée : ainsi celles de la mer Noire et de ses dépendances étoient alors répandues sur toutes les terres basses qui avoisinent le Don, le Don-

1. « En parcourant, dit M. Pallas, les immenses déserts qui s'étendent entre le Wolga, le Jaïk, la mer Caspienne, et le Don, j'ai remarqué que ces *steppes*, ou déserts sablonneux, sont de toutes parts environnés d'une côte élevée, qui embrasse une grande partie du lit du Jaïk, du Wolga, et du Don, et que ces rivières, très-profondes avant que d'avoir pénétré dans cette enceinte, sont remplies d'îles et de bas fonds dès qu'elles commencent à tomber dans les steppes, où la grande rivière de Kuman va se perdre elle-même dans les sables. De ces observations réunies, je conclus que *la mer Caspienne a couvert autrefois tous ces déserts ;* qu'elle n'a eu anciennement d'autres bords que ces mêmes côtes élevées qui les environnent de toutes parts, et qu'elle a communiqué, au moyen du Don, avec la mer Noire, supposé même que cette mer, ainsi que celle d'Azoff, n'en ait pas fait partie. »

M. Pallas est sans contredit l'un de nos plus savans naturalistes; et c'est avec la plus grande satisfaction que je le vois ici entièrement de mon avis sur l'ancienne étendue de la mer Caspienne, et sur la probabilité bien fondée qu'elle communiquoit autrefois avec la mer Noire. (*Add. Buff.*)

jec, etc., et celles de la mer Caspienne couvroient les terres voisines du Wolga, ce qui formoit un lac plus long que large qui réunissoit ces deux mers. Si l'on compare l'étendue actuelle du lac Aral, de la mer Caspienne, et de la mer Noire, avec l'étendue que nous leur supposons dans le temps de leur continuité, c'est-à-dire avant l'ouverture du Bosphore, on sera convaincu, que, la surface de ces eaux étant alors plus que double de ce qu'elle est aujourd'hui, l'évaporation seule suffisoit pour en maintenir l'équilibre sans débordement.

Ce bassin, qui étoit alors peut-être aussi grand que l'est aujourd'hui celui de la Méditerranée, recevoit et contenoit les eaux de tous les fleuves de l'intérieur du continent de l'Asie, lesquelles, par la position des montagnes, ne pouvoient s'écouler d'aucun côté pour se rendre dans l'Océan : ce grand bassin étoit le réceptacle commun des eaux du Danube, du Don, du Wolga, du Jaïk, du Sirderoias, et de plusieurs autres rivières très-considérables qui arrivent à ces fleuves, ou qui tombent immédiatement dans ces mers intérieures. Ce bassin, situé au centre du continent, recevoit les eaux des terres de l'Europe dont les pentes sont dirigées vers le cours du Danube, c'est-à-dire de la plus grande partie de l'Allemagne, de la Moldavie, de l'Ukraine, et de la Turquie d'Europe; il recevoit de même les eaux d'une grande partie des terres de l'Asie au nord, par le Don, le Donjec, le Wolga, le Jaïk, etc., et au midi par le Sirderoias et l'Oxus, ce qui présente une très-vaste étendue de terre dont toutes les eaux se versoient dans ce réceptacle commun ; tandis que le bassin de la Méditerranée ne recevoit alors que celles du Nil, du Rhône, du Pô, et de quelques autres rivières : de sorte qu'en comparant l'étendue des terres qui fournissent les eaux à ces derniers fleuves, on reconnoîtra évidemment que cette étendue est de moitié plus petite. Nous sommes donc bien fondés à présumer qu'avant la rupture du Bosphore et celle du détroit de Gibraltar, la mer Noire réunie avec la mer Caspienne et l'Aral formoit un bassin d'une étendue double de ce qu'il en reste; et qu'au contraire la Méditerranée étoit dans le même temps de moitié plus petite qu'elle ne l'est aujourd'hui.

Tant que les barrières du Bosphore et de Gibraltar ont subsisté, la Méditerranée n'étoit donc qu'un lac d'assez médiocre étendue, dont l'évaporation suffisoit à la recette des eaux du Nil, du Rhône, et des autres rivières qui lui appartiennent; mais en supposant, comme les traditions semblent l'indiquer, que le Bosphore se soit ouvert le premier, la Méditerranée aura dès lors considérablement augmenté, et en même proportion que le bassin supérieur de la mer Noire et de la Caspienne aura diminué. Ce grand effet n'a rien que de très-naturel : car les eaux de la mer Noire, supérieures à celles de la Méditerranée, agissant continuellement par leur poids et par leur mouvement contre les terres qui formoient le Bosphore, elles les auront minées par la base, elles en auront attaqué les endroits les plus foibles; ou peut-être aurontelles été amenées par quelque affaissement causé par un tremblement de terre, et, s'étant une fois ouvert cette issue, elles auront inondé toutes les terres inférieures, et causé le plus ancien déluge de notre continent : car il est nécessaire que cette rupture du Bosphore ait produit tout à coup une grande inondation permanente qui a noyé, dès ce premier temps, toutes les plus basses terres de la Grèce et des provinces adjacentes; et cette inondation s'est en même temps étendue sur les terres qui environnoient anciennement le bassin de la Méditerranée, laquelle s'est dès lors élevée de plusieurs pieds, et aura couvert pour jamais les basses terres de son voisinage, encore plus du côté de l'Afrique que de celui de l'Europe : car les côtes de la Mauritanie et de la Barbarie sont très-basses en comparaison de celles de l'Espagne, de la France, et de l'Italie, tout le long de cette mer. Ainsi le continent a perdu en Afrique et en Europe autant de terre qu'il en gagnoit, pour ainsi dire, en Asie, par la retraite des eaux entre la mer Noire, la Caspienne et l'Aral.

Ensuite il y a eu un second déluge lorsque la porte du détroit de Gibraltar s'est ouverte; les eaux de l'Océan ont dû produire dans la Méditerranée une seconde augmentation, et ont achevé d'inonder les terres qui n'étoient pas submergées. Ce n'est peut-être que dans ce second temps que s'est formé le golfe Adriatique, ainsi que la séparation de la Sicile et des autres îles. Quoi qu'il en soit, ce n'est qu'après ces deux grands événemens que l'équilibre de ces deux mers intérieures a pu s'établir, et qu'elles ont pris leurs dimensions à peu près telles que nous les voyons aujourd'hui.

Au reste, l'époque de la séparation des deux grands continens, et même celle de la

rupture de ces barrières de l'Océan et de la mer Noire, paroissent être bien plus anciennes que la date des déluges dont les hommes ont conservé la mémoire : celui de Deucalion n'est que d'environ quinze cents ans avant l'ère chrétienne, et celui d'Ogygès de dix-huit cents ans; tous deux n'ont été que des inondations particulières, dont la première ravagea la Thessalie, et la seconde les terres de l'Attique; tous deux n'ont été produits que par une cause particulière et passagère comme leurs effets; quelques secousses d'un tremblement de terre ont pu soulever les eaux des mers voisines et les faire refluer sur les terres, qui auront été inondées pendant un petit temps sans être submergées à demeure. Le déluge de l'Arménie et de l'Égypte, dont la tradition s'est conservée chez les Égyptiens et les Hébreux, quoique plus ancien d'environ cinq siècles que celui d'Ogygès, est encore bien récent en comparaison des événemens dont nous venons de parler, puisque l'on ne compte qu'environ quatre mille cent années depuis ce premier déluge, et qu'il est très-certain que le temps où les éléphans habitoient les terres du nord étoit bien antérieur à cette date moderne : car nous sommes assurés par les livres les plus anciens que l'ivoire se tiroit des pays méridionaux; par conséquent nous ne pouvons douter qu'il n'y ait plus de trois mille ans que les éléphans habitent les terres où ils se trouvent aujourd'hui. On doit donc regarder ces trois déluges, quelque mémorables qu'ils soient, comme des inondations passagères qui n'ont point changé la surface de la terre, tandis que la séparation des deux continens du côté de l'Europe n'a pu se faire qu'en submergeant à jamais les terres qui les réunissoient. Il en est de même de la plus grande partie des terrains actuellement couverts par les eaux de la Méditerranée; ils ont été submergés pour toujours dès les temps où les portes se sont ouvertes aux deux extrémités de cette mer intérieure pour recevoir les eaux de la mer Noire et celles de l'Océan.

Ces événemens, quoique postérieurs à l'établissement des animaux terrestres dans les contrées du nord, ont peut-être précédé leur arrivée dans les terres du midi; car nous avons démontré, dans l'époque précédente, qu'il s'est écoulé bien des siècles avant que les éléphans de Sibérie aient pu venir en Afrique, ou dans les parties méridionales de l'Inde. Nous avons compté dix mille ans pour cette espèce de migration, qui ne s'est faite qu'à mesure du refroidissement successif et fort lent des différens climats depuis le cercle polaire à l'équateur. Ainsi la séparation des continens, la submersion des terres qui les réunissoient, celle des terrains adjacens à l'ancien lac de la Méditerranée, et enfin la séparation de la mer Noire, de la Caspienne, et de l'Aral, quoique toutes postérieures à l'établissement de ces animaux dans les contrées du nord, pourroient bien être antérieures à la population des terres du midi, dont la chaleur trop grande alors ne permettoit pas aux êtres sensibles de s'y habituer, ni même d'en approcher. Le soleil étoit encore l'ennemi de la nature dans ces régions brûlantes de leur propre chaleur, et il n'en est devenu le père que quand cette chaleur intérieure de la terre s'est assez attiédie pour ne pas offenser la sensibilité des êtres qui nous ressemblent. Il n'y a peut-être pas cinq mille ans que les terres de la zone torride sont habitées, tandis qu'on en doit compter au moins quinze mille depuis l'établissement des animaux terrestres dans les contrées du nord.

Les hautes montagnes, quoique situées dans les climats les plus chauds, se sont refroidies peut-être aussi promptement que celles des pays tempérés, parce qu'étant plus élevées que ces dernières, elles forment des pointes plus éloignées de la masse du globe : l'on doit donc considérer qu'indépendamment du refroidissement général et successif de la terre depuis les pôles à l'équateur, il y a eu des refroidissemens particuliers plus ou moins prompts dans toutes les montagnes et dans les terres élevées des différentes parties du globe, et que, dans le temps de sa trop grande chaleur, les seuls lieux qui fussent convenables à la nature vivante ont été les sommets des montagnes et les autres terres élevées, telles que celles de la Sibérie et de la haute Tartarie.

Lorsque toutes les eaux ont été établies sur le globe, leur mouvement d'orient en occident a escarpé les revers occidentaux de tous les continens pendant tout le temps qu'a duré l'abaissement des mers : ensuite ce même mouvement d'orient en occident a dirigé les eaux contre les pentes douces des terres orientales, et l'Océan s'est emparé de leurs anciennes côtes; et, de plus, il paroît avoir tranché toutes les pointes des continens terrestres, et avoir formé les détroits de Magellan à la pointe de l'Amérique, de Ceylan à la pointe de l'Inde, de Forbisher à celle du Groenland, etc.

C'est à la date d'environ dix mille ans, à compter de ce jour, en arrière, que je pla-

cerois la séparation de l'Europe et de l'Amérique ; et c'est à peu près dans ce même temps que l'Angleterre a été séparée de la France, l'Irlande de l'Angleterre, la Sicile de l'Italie, la Sardaigne de la Corse, et toutes deux du continent de l'Afrique : c'est peut-être aussi dans ce même temps que les Antilles, Saint-Domingue, et Cuba, ont été séparés du continent de l'Amérique. Toutes ces divisions particulières sont contemporaines ou de peu postérieures à la grande séparation des deux continens ; la plupart même ne paroissent être que les suites nécessaires de cette grande division, laquelle ayant ouvert une large route aux eaux de l'Océan leur aura permis de refluer sur toutes les terres basses, d'en attaquer par leur mouvement les parties les moins solides, de les miner peu à peu, et de les trancher enfin jusqu'à les séparer des continens voisins.

On peut attribuer la division entre l'Europe et l'Amérique à l'affaissement des terres qui formoient autrefois l'Atlantide ; et la séparation entre l'Asie et l'Amérique (si elle existe réellement) supposeroit un pareil affaissement dans les mers septentrionales de l'orient : mais la tradition ne nous a conservé que la mémoire de la submersion de la Taprobane, terre située dans le voisinage de la zone torride, et par conséquent trop éloignée pour avoir influé sur cette séparation des continens vers le nord. L'inspection du globe nous indique, à la vérité, qu'il y a eu des bouleversemens plus grands et plus fréquens dans l'Océan indien que dans aucune autre partie du monde [1], et que non seulement il s'est fait de grands changemens dans ces contrées par l'affaissement des cavernes, les tremblemens de terre, et l'action des volcans, mais encore par l'effet continuel du mouvement général des mers, qui, constamment dirigées d'orient en occident, ont gagné une grande étendue de terrain sur les côtes anciennes de l'Asie, et ont formé les petites mers intérieures du Kamtschatka, de la Corée, de la Chine, etc. Il paroît même qu'elles ont aussi noyé toutes les terres basses qui étoient à l'orient de ce continent; car si l'on tire une ligne depuis l'extrémité septentrionale de l'Asie, en passant par la pointe du Kamtschatka, jusqu'à la Nouvelle-Guinée, c'est-à-dire depuis le cercle polaire jusqu'à l'équateur, on verra que les îles Marianes et celles des Callanos, qui se trouvent dans la direction de cette ligne sur une longueur de plus de deux cent cinquante lieues, sont les restes ou plutôt les anciennes côtes de ces vastes terres envahies par la mer : ensuite si l'on considère les terres, depuis celles du Japon à Formose, de Formose aux Philippines, des Philippines à la Nouvelle-Guinée, on sera porté à croire que le continent de l'Asie étoit autrefois contigu avec celui de la Nouvelle-Hollande, lequel s'aiguise et aboutit en pointe vers le midi, comme tous les autres grands continens.

Ces bouleversemens si multipliés et si évidens dans les mers méridionales, l'envahissement tout aussi évident des anciennes terres orientales par les eaux de ce même Océan, nous indiquent assez les prodigieux changemens qui sont arrivés dans cette vaste partie du monde, surtout dans les contrées voisines de l'équateur : cependant ni l'une ni l'autre de ces grandes causes n'a pu produire la séparation de l'Asie et de l'Amérique vers le nord; il sembleroit au contraire que si ces continens eussent été séparés au lieu d'être continus, les affaissemens vers le midi, et l'irruption des eaux dans les terres de l'orient, auroient dû attirer celles du nord, et par conséquent découvrir la terre de cette région entre l'Asie et l'Amérique. Cette considération confirme les raisons que j'ai données ci-devant pour la continuité réelle des deux continens vers le nord en Asie.

Après la séparation de l'Europe et de l'Amérique, après la rupture des détroits, les eaux ont cessé d'envahir de grands espaces; et dans la suite la terre a plus gagné sur la mer qu'elle n'a perdu : car, indépendamment des terrains de l'intérieur de l'Asie nouvellement abandonnés par les eaux, tels que ceux qui environnent la Caspienne et l'Aral, indépendamment de toutes les côtes en pente douce que cette dernière retraite des eaux laissoit à découvert, les grands fleuves ont presque tous formé des îles et de nouvelles contrées près de leurs embouchures. On sait que le *Delta* de l'Égypte, dont l'étendue ne laisse pas d'être considérable, n'est qu'un atterrissement produit par les dépôts du Nil. Il en est de même de la grande île à l'entrée du fleuve Amour, dans la mer orientale de la Tartarie chinoise. En Amérique, la partie méridionale de la Louisiane, près du fleuve Mississipi, et la partie orientale située à l'embouchure de la rivière des Amazones, sont des terres nouvellement formées par le dépôt de ces grands fleuves. Mais nous ne pouvons choisir un

1. Voyez les *Additions de Buffon*, page 161.

exemple plus grand d'une contrée récente que celui des vastes terres de la Guiane; leur aspect nous rappellera l'idée de la nature brute, et nous présentera le tableau nuancé de la formation successive d'une terre nouvelle.

Dans une étendue de plus de cent vingt lieues, depuis l'embouchure de la rivière de Cayenne jusqu'à celle des Amazones, la mer, de niveau avec la terre, n'a d'autre fond que de la vase, et d'autres côtes qu'une couronne de bois aquatiques, de *mangles* ou *palétuviers*, dont les racines, les tiges, et les branches courbées, trempent également dans l'eau salée, et ne présentent que des halliers aqueux qu'on ne peut pénétrer qu'en canot et la hache à la main. Ce fond de vase s'étend en pente douce à plusieurs lieues sous les eaux de la mer. Du côté de la terre, au delà de cette large lisière de palétuviers, dont les branches, plus inclinées vers l'eau qu'élevées vers le ciel, forment un fort qui sert de repaire aux animaux immondes, s'étendent encore des *savanes noyées*, plantées de *palmiers lataniers*, et jonchées de leurs débris : ces lataniers sont de grands arbres, dont, à la vérité, le pied est encore dans l'eau, mais dont la tête et les branches élevées et garnies de fruits invitent les oiseaux à s'y percher. Au delà des palétuviers et des lataniers l'on ne trouve encore que des bois mous, des *comons*, des *pineaux*, qui ne croissent pas dans l'eau, mais dans les terrains bourbeux auxquels aboutissent les savanes noyées; ensuite commencent des forêts d'une autre essence : les terres s'élèvent en pente douce, et marquent pour ainsi dire leur élévation par la solidité et la dureté des bois qu'elles produisent. Enfin, après quelques lieues de chemin en ligne directe depuis la mer, on trouve des collines dont les coteaux, quoique rapides, et même les sommets, sont également garnis d'une grande épaisseur de bonne terre, plantée partout d'arbres de tout âge si pressés, si serrés les uns contre les autres, que leurs cimes entrelacées laissent à peine passer la lumière du soleil, et sous leur ombre épaisse entretiennent une humidité si froide que le voyageur est obligé d'allumer du feu pour y passer la nuit; tandis qu'à quelque distance de ces sombres forêts, dans les lieux défrichés, la chaleur excessive pendant le jour est encore trop grande pendant la nuit. Cette vaste terre des côtes et de l'intérieur de la Guiane n'est donc qu'une forêt tout aussi vaste, dans laquelle des sauvages, en petit nombre, ont fait quelques clairières et de petits abatis pour pouvoir s'y domicilier sans perdre la jouissance de la chaleur de la terre et de la lumière du jour.

La grande épaisseur de terre végétale qui se trouve jusque sur le sommet des collines démontre la formation récente de toute la contrée; elle l'est en effet au point qu'au dessus de l'une de ces collines, nommée *la Gabrielle*, on voit un petit lac peuplé de crocodiles *caïmans* que la mer y a laissés à cinq ou six lieues de distance et à six ou sept cents pieds de hauteur au dessus de son niveau. Nulle part on ne trouve de la pierre calcaire, car on transporte de France la chaux nécessaire pour bâtir à Cayenne : ce qu'on appelle *pierre à ravets* n'est point une pierre, mais une lave de volcan, trouée comme les scories des forges; cette lave se présente en blocs épars ou en monceaux irréguliers dans quelques montagnes où l'on voit les bouches des anciens volcans qui sont actuellement éteints, parce que la mer s'est retirée et éloignée du pied de ces montagnes. Tout concourt donc à prouver qu'il n'y a pas long-temps que les eaux ont abandonné ces collines, et encore moins de temps qu'elles ont laissé paroître les plaines et les terres basses : car celles-ci ont été presque entièrement formées par le dépôt des eaux courantes. Les fleuves, les rivières, les ruisseaux, sont si voisins les uns des autres, et en même temps si larges, si gonflés, si rapides dans la saison des pluies, qu'ils entraînent incessamment des limons immenses, lesquels se déposent sur toutes les terres basses et sur le fond de la mer en sédimens vaseux. Ainsi cette terre nouvelle s'accroîtra de siècle en siècle tant qu'elle ne sera pas peuplée; car on doit compter pour rien le petit nombre d'hommes qu'on y rencontre : ils sont encore, tant au moral qu'au physique, dans l'état de pure nature; ni vêtemens, ni religion, ni société, qu'entre quelques familles dispersées à de grandes distances, peut-être au nombre de trois ou quatre cents carbets, dans une terre dont l'étendue est quatre fois plus grande que celle de la France.

Ces hommes, ainsi que la terre qu'ils habitent, paroissent être les plus nouveaux de l'univers : ils y sont arrivés des pays plus élevés et dans des temps postérieurs à l'établissement de l'espèce humaine dans les hautes contrées du Mexique, du Pérou, et du Chili; car, en supposant les premiers hommes en Asie, ils auront passé par la même route que les éléphans, et se seront, en arrivant, répandus dans les terres de l'Améri-

que septentrionale et du Mexique; ils auront ensuite aisément franchi les hautes terres au delà de l'isthme, et se seront établis dans celles du Pérou, et enfin ils auront pénétré jusque dans les contrées les plus reculées de l'Amérique méridionale. Mais n'est-il pas singulier que ce soit dans quelques-unes de ces dernières contrées qu'existent encore de nos jours les géans de l'espèce humaine, tandis qu'on n'y voit que des pygmées dans le genre des animaux? car on ne peut douter qu'on n'ait rencontré dans l'Amérique méridionale des hommes en grand nombre, tous plus grands, plus carrés, plus épais, et plus forts que ne le sont tous les autres hommes de la terre. Les races de géans, autrefois si communes en Asie, n'y subsistent plus. Pourquoi se trouvent-elles en Amérique aujourd'hui? ne pouvons-nous pas croire que quelques géans, ainsi que les éléphans, ont passé de l'Asie en Amérique, où, s'étant trouvés pour ainsi dire seuls, leur race s'est conservée dans ce continent désert, tandis qu'elle a été entièrement détruite par le nombre des autres hommes dans les contrées peuplées? Une circonstance me paroît avoir concouru au maintien de cette ancienne race de géans dans le continent du Nouveau-Monde; ce sont les hautes montagnes qui le partagent dans toute sa longueur et sous tous les climats. Or on sait qu'en général les habitans des montagnes sont plus grands et plus forts que ceux des vallées ou des plaines. Supposant donc quelques couples de géans passés en Amérique, où ils auront trouvé la liberté, la tranquillité, la paix, ou d'autres avantages que peut-être ils n'avoient pas chez eux, n'auront-ils pas choisi dans les terres de leur nouveau domaine celles qui leur convenoient le mieux, tant pour la chaleur que pour la salubrité de l'air et des eaux? Ils auront fixé leur domicile à une hauteur médiocre dans les montagnes; ils se seront arrêtés sous le climat le plus favorable à leur multiplication; et comme ils avoient peu d'occasions de se mésallier, puisque toutes les terres voisines étoient désertes, ou du moins tout aussi nouvellement peuplées par un petit nombre d'hommes bien inférieurs en force, leur race gigantesque s'est propagée sans obstacle et presque sans mélange : elle a duré et subsisté jusqu'à ce jour, tandis qu'il y a nombre de siècles qu'elle a été détruite dans les lieux de son origine en Asie, par la très-grande et plus ancienne population de cette partie du monde [1].

1. Voyez les *Additions de Buffon*, page 162.

Mais autant les hommes se sont multipliés dans les terres qui sont actuellement chaudes et tempérées, autant leur nombre a diminué dans celles qui sont devenues trop froides. Le nord du Groenland, de la Laponie, du Spitzberg, de la Nouvelle-Zemble, de la terre des Samoïedes, aussi bien qu'une partie de celles qui avoisinent la mer Glaciale jusqu'à l'extrémité de l'Asie au nord de Kamtschatka, sont actuellement désertes, ou plutôt dépeuplées depuis un temps assez moderne. On voit même par les cartes russes, que depuis les embouchures des fleuves Olenek, Lena, et Jana, sous les 73 et 75e degrés, la route, tout le long des côtes de cette mer Glaciale jusqu'à la terre des Tschutschis, étoit autrefois fort fréquentée, et qu'actuellement elle est impraticable, ou tout au moins si difficile, qu'elle est abandonnée. Ces mêmes cartes nous montrent que des trois vaisseaux partis en 1648 de l'embouchure commune des fleuves de Kolima et Olomon, sous le 72e degré, un seul a doublé le cap de la terre des Tschutschis sous le 75e degré, et seul est arrivé, disent les mêmes cartes, aux îles d'Anadir, voisines de l'Amérique sous le cercle polaire. Mais autant je suis persuadé de la vérité de ces premiers faits, autant je doute de celle du dernier; car cette même carte qui présente par une *suite de points* la route de ce vaisseau russe autour de la terre des Tschutschis porte en même temps *en toutes lettres* qu'on ne connoît pas l'étendue de cette terre : or, quand même on auroit, en 1648, parcouru cette mer et fait le tour de cette pointe de l'Asie, il est sûr que depuis ce temps les Russes, quoique très-intéressés à cette navigation pour arriver à Kamtschatka, et de là au Japon et à la Chine, l'ont entièrement abandonnée; mais peut-être aussi se sont-ils réservé pour eux seuls la connoissance de cette route autour de cette terre des Tschutschis, qui forme l'extrémité la plus septentrionale et la plus avancée du continent de l'Asie.

Quoi qu'il en soit, toutes les régions septentrionales au delà du 76e degré, depuis le nord de la Norwége jusqu'à l'extrémité de l'Asie, sont actuellement dénuées d'habitans, à l'exception de quelques malheureux que les Danois et les Russes ont établis pour la pêche, et qui seuls entretiennent un reste de population et de commerce dans ce climat glacé. Les terres du nord, autrefois assez chaudes pour faire multiplier les éléphans et les hippopotames, s'étant déjà refroidies au point de ne pouvoir nour-

rir que des ours blancs et des rennes, seront, dans quelques milliers d'années, entièrement dénuées et désertes par les seuls effets du refroidissement. Il y a même de très-fortes raisons qui me portent à croire que la région de notre pôle qui n'a pas été reconnue ne le sera jamais : car ce refroidissement glacial me paroît s'être emparé du pôle jusqu'à la distance de sept ou huit degrés, et il est plus probable que toute cette plage polaire, autrefois terre ou mer, n'est aujourd'hui que glace; et si cette présomption est fondée, le circuit et l'étendue de ces glaces, loin de diminuer, ne pourra qu'augmenter avec le refroidissement de la terre.

Or, si nous considérons ce qui se passe sur les hautes montagnes, même dans nos climats, nous y trouverons une nouvelle preuve démonstrative de la réalité de ce refroidissement, et nous en tirerons en même temps une comparaison qui me paroît frappante. On trouve au dessus des Alpes, dans une longueur de plus de soixante lieues sur vingt et même trente de largeur en certains endroits, depuis les montagnes de la Savoie et du canton de Berne jusqu'à celles du Tyrol, une étendue immense et presque continue de vallées, de plaines, et d'éminences de glaces [1], la plupart sans mélange d'aucune autre matière, et presque toutes permanentes, et qui ne fondent jamais en entier. Ces grandes plages de glace, loin de diminuer dans leur circuit, augmentent et s'étendent de plus en plus; elles gagnent de l'espace sur les terres voisines et plus basses : ce fait est démontré par les cimes des grands arbres, et même par une pointe de clocher, qui sont enveloppés dans ces masses de glaces, et qui ne paroissent que dans certains étés très-chauds, pendant lesquels ces glaces diminuent de quelques pieds de hauteur; mais la masse intérieure, qui, dans certains endroits, est épaisse de cent toises, ne s'est pas fondue de mémoire d'homme. Il est donc évident que ces forêts et ce clocher enfouis dans ces glaces épaisses et permanentes étoient ci-devant situés dans des terres découvertes, habitées, et par conséquent moins refroidies qu'elles ne le sont aujourd'hui; il est de même très-certain que cette augmentation successive de glace ne peut être attribuée à l'augmentation de la quantité de vapeurs aqueuses, puisque tous les sommets des montagnes qui surmontent ces glacières ne se sont point élevés, et se sont au contraire abaissés avec le temps et par la chute d'une infinité de rochers et de masses en débris qui ont roulé soit au fond des glacières, soit dans les vallées inférieures. Dès lors, l'agrandissement de ces contrées de glace est déjà, et sera dans la suite la preuve la plus palpable du refroidissement successif de la terre, duquel il est plus aisé de saisir les degrés dans ces pointes avancées du globe que partout ailleurs : si l'on continue donc d'observer les progrès de ces glacières permanentes des Alpes, on saura, dans quelques siècles, combien il faut d'années pour que le froid glacial s'empare d'une terre actuellement habitée, et de là on pourra conclure si j'ai compté trop ou trop peu de temps pour le refroidissement du globe.

Maintenant, si nous transportons cette idée sur la région du pôle, nous nous persuaderons aisément que non seulement elle est entièrement glacée, mais même que le circuit et l'étendue de ces glaces augmente de siecle en siècle, et continuera d'augmenter avec le refroidissement du globe. Les terres du Spitzberg, quoique à 10 degrés du pôle, sont presque entièrement glacées, même en été; et par les nouvelles tentatives que l'on a faites pour approcher du pôle de plus près, il paroît qu'on n'a trouvé que des glaces, que je regarde comme les appendices de la grande glacière qui couvre cette région tout entière depuis le pôle jusqu'à 7 ou 8 degrés de distance. Les glaces immenses reconnues par le capitaine Phipps à 80 et 81 degrés, et qui partout l'ont empêché d'avancer plus loin, semblent prouver la vérité de ce fait important; car l'on ne doit pas présumer qu'il y ait sous le pôle des sources et des fleuves d'eau douce qui puissent produire et amener ces glaces, puisqu'en toutes saisons ces fleuves seroient glacés. Il paroît donc que les glaces qui ont empêché ce navigateur intrépide de pénétrer au delà du 82ᵉ degré, sur une longueur de plus de 24 degrés en longitude; il paroît, dis-je, que ces glaces continues forment une partie de la circonférence de l'immense glacière de notre pôle, produite par le refroidissement successif du globe; et si l'on veut supputer la surface de cette zone glacée depuis le pôle jusqu'au 82ᵉ degré de latitude, on verra qu'elle est de plus de cent trente mille lieues carrées, et que par conséquent voilà déjà la deux centième partie du globe envahie par le refroidissement et anéantie pour la nature vivante; et comme le froid est plus grand dans les régions du pôle aus-

1. Voyez les *Additions de Buffon*, page 166.

tral, l'on doit présumer que l'envahissement des glaces y est aussi plus grand, puisqu'on en rencontre dans quelques-unes de ces plages australes dès le 47e degré. Mais pour ne considérer ici que notre hémisphère boréal, dont nous présumons que la glace a déjà envahi la centième partie, c'est-à-dire toute la surface de la portion de sphère qui s'étend depuis le pôle jusqu'à 8 degrés ou deux cents lieues de distance, l'on sent bien que s'il étoit possible de déterminer le temps où ces glaces ont commencé de s'établir sur le point du pôle, et ensuite le temps de la progression successive de leur envahissement jusqu'à deux cents lieues, on pourroit en déduire celui de leur progression à venir, et connoître d'avance quelle sera la durée de la nature vivante dans tous les climats jusqu'à celui de l'équateur. Par exemple, si nous supposons qu'il y ait mille ans que la glace permanente a commencé de s'établir sous le point même du pôle, et que, dans la succession de ce millier d'années, les glaces se soient étendues autour de ce point jusqu'à deux cents lieues, ce qui fait la centième partie de la surface de l'hémisphère depuis le pôle à l'équateur, on peut présumer qu'il s'écoulera encore quatre-vingt-dix-neuf mille ans avant qu'elles puissent l'envahir dans toute son étendue, en supposant uniforme la progression du froid glacial, comme l'est celle du refroidissement du globe; et ceci s'accorde assez avec la durée de quatre-vingt-treize mille ans que nous avons donnée à la nature vivante, à dater de ce jour, et que nous avons déduite de la seule loi du refroidissement. Quoi qu'il en soit, il est certain que les glaces se présentent de tous côtés, à 8 degrés du pôle, comme des barrieres et des obstacles insurmontables, car le capitaine Phipps a parcouru plus de la quinzième partie de cette circonférence vers le nord-est; et avant lui, Baffin et Smith en avoient reconnu tout autant vers le nord-ouest, et partout ils n'ont trouvé que glace. Je suis donc persuadé que si quelques autres navigateurs aussi courageux entreprennent de reconnoître le reste de cette circonférence, ils la trouveront de même bornée partout par des glaces qu'ils ne pourront pénétrer ni franchir, et que par conséquent cette région du pôle est entièrement et à jamais perdue pour nous. La brume continuelle qui couvre ces climats et qui n'est que de la neige glacée dans l'air, s'arrêtant ainsi que toutes les autres vapeurs contre les parois de ces côtes de glace, elle y forme de nouvelles couches et d'autres glaces, qui augmentent incessamment et s'étendront toujours de plus en plus, à mesure que le globe se refroidira davantage.

Au reste, la surface de l'hémisphère boréal présentant beaucoup plus de terre que celle de l'hémisphere austral, cette différence suffit, indépendamment des autres causes ci-devant indiquées, pour que ce dernier hémisphère soit plus froid que le premier : aussi trouve-t-on des glaces dès le 47 ou 50e degré dans les mers australes, au lieu qu'on n'en rencontre qu'à 20 degrés plus loin dans l'hémisphère boréal. On voit d'ailleurs que, sous notre cercle polaire, il y a moitié plus de terre que d'eau, tandis que tout est mer sous le cercle antarctique : l'on voit qu'entre notre cercle polaire et le tropique du Cancer il y a plus de deux tiers de terre sur un tiers de mer, au lieu qu'entre le cercle polaire antarctique et le tropique du Capricorne il y a peut-être quinze fois plus de mer que de terre. Cet hémisphère austral a donc été de tout temps, comme il l'est encore aujourd'hui, beaucoup plus aqueux et plus froid que le nôtre; et il n'y a pas d'apparence que passé le 50e degré l'on y trouve jamais des terres heureuses et tempérées. Il est donc presque certain que les glaces ont envahi une plus grande étendue sous le pôle antarctique, et que leur circonférence s'étend peut-être beaucoup plus loin que celle des glaces du pôle arctique. Ces immenses glacieres des deux pôles, produites par le refroidissement, iront comme les glacières des Alpes toujours en augmentant. La postérité ne tardera pas à le savoir, et nous nous croyons fondés à le présumer d'après notre théorie, et d'après les faits que nous venons d'exposer, auxquels nous devons ajouter celui des glaces permanentes qui se sont formées depuis quelques siècles contre la côte orientale du Groenland; on peut encore y joindre l'augmentation des glaces près de la Nouvelle-Zemble, dans le détroit de Waigats, dont le passage est devenu plus difficile et presque impraticable; et enfin l'impossibilité où l'on est de parcourir la mer Glaciale au nord de l'Asie; car, malgré ce qu'en ont dit les Russes, il est très-douteux que les côtes de cette mer les plus avancées vers le nord aient été reconnues, et qu'ils aient fait le tour de la pointe septentrionale de l'Asie [1].

Nous voilà, comme je me le suis proposé, descendus du sommet de l'échelle du temps jusqu'à des siècles assez voisins du nôtre;

1. Voyez les *Additions de Buffon*, page 168.

nous avons passé du chaos à la lumière, de l'incandescence du globe à son premier refroidissement, et cette période de temps a été de vingt-cinq mille ans. Le second degré de refroidissement a permis la chute des eaux, et a produit la dépuration de l'atmosphère, depuis vingt-cinq à trente-cinq mille ans. Dans la troisième époque s'est fait l'établissement de la mer universelle, la production des premiers coquillages et des premiers végétaux, la construction de la surface de la terre par lits horizontaux, ouvrage de quinze ou vingt autres milliers d'années. Sur la fin de la troisième époque et au commencement de la quatrième s'est faite la retraite des eaux; les courans de la mer ont creusé nos vallons, et les feux souterrains ont commencé de ravager la terre par leurs explosions. Tous ces derniers mouvemens ont duré dix mille ans de plus; et en somme totale ces grands événemens, ces opérations, et ces constructions supposent au moins une succession de soixante mille années, après quoi la nature, dans son premier moment de repos, a donné ses productions les plus nobles; la cinquième époque nous présente la naissance des animaux terrestres. Il est vrai que ce repos n'étoit pas absolu; la terre n'étoit pas encore tout-à-fait tranquille, puisque ce n'est qu'après la naissance des premiers animaux terrestres que s'est faite la séparation des continens, et que sont arrivés les grands changemens que je viens d'exposer dans cette sixième époque.

Au reste, j'ai fait ce que j'ai pu pour proportionner dans chacune de ces périodes la durée du temps à la grandeur des ouvrages; j'ai tâché, d'après mes hypothèses, de tracer le tableau successif des grandes révolutions de la nature, sans néanmoins avoir prétendu la saisir à son origine, et encore moins l'avoir embrassée dans toute son étendue; et mes hypothèses fussent-elles contestées, et mon tableau ne fût-il qu'une esquisse très-imparfaite de celui de la nature, je suis convaincu que tous ceux qui de bonne foi voudront examiner cette esquisse et la comparer avec le modèle, trouveront assez de ressemblance pour pouvoir au moins satisfaire leurs yeux et fixer leurs idées sur les plus grands objets de la philosophie naturelle.

ADDITIONS DE BUFFON.

(Sur la page 266.)

La plus ancienne tradition qui reste de ces affaissemens dans les terres du midi est celle de la Taprobane, dont on croit que les Maldives et les Laquedives ont fait autrefois partie. Ces îles, ainsi que les écueils et les bancs qui règnent depuis Madagascar jusqu'à la pointe de l'Inde, semblent indiquer les sommets des terres qui réunissoient l'Afrique avec l'Asie; car ces îles ont presque toutes, du côté du nord, des terres et des bancs qui se prolongent très-loin sous les eaux.

Il paroît aussi que les îles de Madagascar et de Ceylan étoient autrefois unies aux continens qui les avoisinent. Ces séparations et ces grands bouleversemens dans les mers du midi ont la plupart été produits par l'affaissement des cavernes, par les tremblemens de terre, et par l'explosion des feux souterrains; mais il y a eu aussi beaucoup de terres envahies par le mouvement lent et successif de la mer d'orient en occident. Les endroits du monde où cet effet est le plus sensible sont les régions du Japon, de la Chine, et de toutes les parties orientales de l'Asie. Ces mers situées à l'occident de la Chine et du Japon ne sont pour ainsi dire qu'accidentelles et peut-être encore plus récentes que notre Méditerranée.

Les îles de la Sonde, les Moluques, et les Philippines, ne présentent que des terres bouleversées, et sont encore pleines de volcans: il y en a beaucoup aussi dans les îles du Japon, et l'on prétend que c'est l'endroit de l'univers le plus sujet aux tremblemens de terre; on y trouve quantité de fontaines d'eau chaude. La plupart des autres îles de l'Océan indien ne nous offrent aussi que des pics ou des sommets de montagnes isolées qui vomissent le feu. L'Ile-de-France et l'île de Bourbon paroissent deux de ces sommets presque entièrement couverts de matières rejetées par les volcans: ces deux îles étoient inhabitées lorsqu'on en a fait la découverte.

Les côtes de la Guiane française sont si basses, que ce sont plutôt des grèves toutes couvertes de vase en pente très-douce, qui commence dans les terres et s'étend sur le fond de la mer à une très-grande distance. Les gros navires ne peuvent approcher de la rivière de Cayenne sans toucher, et les vaisseaux de guerre sont obligés de rester à deux ou trois lieues en mer. Ces vases en pente douce s'étendent, tout le long des rivages, depuis Cayenne jusqu'à la rivière des Amazones; l'on ne trouve dans cette grande étendue que de la vase et point de sable, et tous les bords de la mer sont couverts de palétuviers: mais à sept ou huit lieues au

dessus de Cayenne, du côté du nord-ouest, jusqu'au fleuve Marony, on trouve quelques anses dont le fond est de sable et de rochers qui forment des brisans; la vase cependant les recouvre pour la plupart, aussi bien que les couches de sable, et cette vase a d'autant plus d'épaisseur qu'elle s'éloigne davantage du bord de la mer : les petits rochers n'empêchent pas que ce terrain ne soit en pente tres-douce à plusieurs lieues d'étendue dans les terres. Cette partie de la Guiane qui est au nord-ouest de Cayenne est une contrée plus élevée que celles qui sont au sud-est : on en a une preuve démonstrative; car tout le long des bords de la mer on trouve de grandes savanes noyées qui bordent la côte, et dont la plupart sont desséchées dans la partie du nord-ouest, tandis qu'elles sont toutes couvertes des eaux de la mer dans la partie sud-est. Outre ces terrains noyés actuellement par la mer, il y en a d'autres plus éloignés, et qui de même étoient noyés autrefois. On trouve aussi en quelques endroits des savanes d'eau douce; mais celles-ci ne produisent point de palétuviers, et seulement beaucoup de palmiers lataniers. On ne trouve pas une seule pierre sur toutes ces côtes basses : la marée ne laisse pas d'y monter de sept ou huit pieds de hauteur, quoique les courans lui soient opposés; car ils sont tous dirigés vers les îles Antilles. La marée est fort sensible lorsque les eaux des fleuves sont basses, et on s'en aperçoit alors jusqu'à quarante et même cinquante lieues dans ces fleuves; mais en hiver, c'est-à-dire dans la saison des pluies, lorsque les fleuves sont gonflés, la marée y est à peine sensible à une ou deux lieues, tant le courant de ces fleuves est rapide, et il devient de la plus grande impétuosité à l'heure du reflux.

Les grosses tortues de mer viennent déposer leurs œufs sur le fond de ces anses de sable, et on ne les voit jamais fréquenter les terrains vaseux; en sorte que, depuis Cayenne jusqu'à la rivière des Amazones, il n'y a point de tortues, et on va les pêcher depuis la rivière *Courou* jusqu'au fleuve Marony. Il semble que la vase gagne tous les jours du terrain sur les sables, et qu'avec le temps cette côte nord-ouest de Cayenne en sera recouverte comme la côte sud-est; car les tortues, qui ne veulent que du sable pour y déposer leurs œufs, s'éloignent peu à peu de la rivière Courou, et depuis quelques années on est obligé de les aller chercher plus loin du côté du fleuve Marony, dont les sables ne sont pas encore couverts.

Au delà des savanes, dont les unes sont sèches et les autres noyées, s'étend un cordon de collines, qui sont toutes couvertes d'une grande épaisseur de terre plantée partout de vieilles forêts : communément ces collines ont 350 ou 400 pieds d'élévation; mais en s'éloignant davantage, on en trouve de plus élevées, et peut-être de plus du double, en s'avançant dans les terres jusqu'à dix ou douze lieues. La plupart de ces montagnes sont évidemment d'anciens volcans éteints. Il y en a pourtant une, appelée *la Gabrielle*, au sommet de laquelle on trouve une grande mare ou petit lac, qui nourrit des caïmans en assez grand nombre, dont apparemment l'espece s'y est conservée depuis le temps où la mer couvroit cette colline.

Au delà de cette montagne Gabrielle, on ne trouve que de petits vallons, des terres, des mornes, et des matières volcanisées qui ne sont point en grandes masses, mais qui sont brisées par petits blocs. La pierre la plus commune, et dont les eaux ont entraîné des blocs jusqu'à Cayenne, est celle que l'on appelle la *pierre à ravets*, qui, comme nous l'avons dit, n'est point une pierre, mais une lave de volcan : on l'a nommée *pierre à ravets*, parce qu'elle est trouée, et que les insectes appelés *ravets* se logent dans les trous de cette lave.

(*Sur la page* 272.)

On ne peut pas douter qu'il n'y ait eu des individus géans dans tous les climats de la terre, puisque de nos jours on en voit encore naître en tout pays, et que récemment on en a vu un qui étoit né sur les confins de la Laponie, du côté de la Finlande. Mais on n'est pas également sûr qu'il y ait eu des races constantes et moins encore des peuples entiers de géans : cependant le témoignage de plusieurs auteurs anciens, et ceux de l'Écriture-Sainte, qui est encore plus ancienne, me paroissent indiquer assez clairement qu'il y a eu des races de géans en Asie; et nous croyons devoir présenter ici les passages les plus positifs à ce sujet. Il est dit, *Nombres*, chap. XIII, verset 34 : « Nous avons vu les géans de la race « d'Hanak, aux yeux desquels nous ne de- « vions paroître pas plus grands que des ci- « gales. » Et par une autre version il est dit : « Nous avons vu des monstres de la « race d'Énac, auprès desquels nous n'étions « pas plus grands que des sauterelles. » Quoique ceci ait l'air d'une exagération, assez ordinaire dans le style oriental, celà

prouve néanmoins que ces géans étoient très-grands.

Dans le second livre des *Rois*, chapitre XXI, verset 20, il est parlé d'un homme très-grand « de la race d'Arapha, qui avoit « six doigts aux pieds et aux mains: » et l'on voit par le verset 18 que cette race d'Arapha étoit *de genere gigantum.*

On trouve encore dans le *Deutéronome* plusieurs passages qui prouvent l'existence des géans et leur destruction. « Un peuple « nombreux, est-il dit, et d'une grande « hauteur, comme ceux d'Énacim, que le « Seigneur a détruits (chap. II, verset 21). » Et il est dit, versets 19 et 20 : « Le pays « d'Ammon est réputé pour un pays de « géans, dans lequel ont autrefois habité les « géans que les Ammonites appellent *Zom-* « *zommim.* »

Dans *Josué*, chapitre XI, verset 22, il est dit : « Les seuls géans de la race d'Éna- « cim qui soient restés parmi les enfans « d'Israel étoient dans les villes de Gaza, « de Geth et d'Azot; tous les autres géans « de cette race ont été détruits. »

Philon, saint Cyrille, et plusieurs autres auteurs, semblent croire que le mot de *géans* n'indique que des hommes superbes et impies, et non pas des hommes d'une grandeur de corps extraordinaire; mais ce sentiment ne peut pas se soutenir, puisque souvent il est question de la hauteur et de la force de corps de ces mêmes hommes.

Dans le prophète Amos, il est dit que le peuple des Amorrhéens étoit si haut, qu'on les a comparés aux cèdres, sans donner d'autres mesures à leur grande hauteur.

Og, roi de Bazan, avoit la hauteur de neuf coudées, et Goliath, de dix coudées et un palme. Le lit d'Og avoit neuf coudées de longueur, c'est-à-dire treize pieds et demi, et de largeur quatre coudées, qui font six pieds.

Le corselet de Goliath pesoit 208 livres 4 onces, et le fer de sa lance pesoit 25 livres.

Ces témoignages me paroissent suffisans pour qu'on puisse croire avec quelque fondement qu'il a autrefois existé dans le continent de l'Asie non seulement des individus, mais des races de géans, qui ont été détruits, et dont les derniers subsistoient encore du temps de David. Et quelquefois la nature, qui ne perd jamais ses droits, semble remonter à ce même point de force de production et de développement; car, dans presque tous les climats de la terre, il paroît de temps en temps des hommes d'une grandeur extraordinaire, c'est-à-dire de sept pieds et demi, huit, et même neuf pieds : car, indépendamment des géans bien avérés, et dont nous avons déjà fait mention, nous pourrions citer un nombre infini d'autres exemples, rapportés par les auteurs anciens et modernes, des géans de dix, douze, quinze, dix-huit pieds de hauteur, et même encore au delà; mais je suis bien persuadé qu'il faut beaucoup rabattre de ces dernières mesures : on a souvent pris des os d'éléphant pour des os humains; et d'ailleurs la nature, telle qu'elle nous est connue, ne nous offre dans aucune espece des disproportions aussi grandes, excepté peut-être dans l'espèce de l'hippopotame, dont les dents trouvées dans le sein de la terre sont au moins quatre fois plus grosses que les dents des hippopotames actuels.

Les os du prétendu roi Theutobochus, trouvés en Dauphiné, ont fait le sujet d'une dispute entre Habicot, chirurgien de Paris, et Riolan, docteur en médecine, célebre anatomiste. Habicot a écrit, dans un petit ouvrage qui a pour titre *Gigantostéologie*, que ces os étoient dans un sépulcre de brique à 18 pieds en terre, entouré de sablon : il ne donne ni la description exacte, ni les dimensions, ni le nombre de ces os; il prétend que ces os étoient vraiment des os humains, d'autant, dit-il, qu'aucun animal n'en possède de tels. Il ajoute que ce sont des maçons qui, travaillant chez le seigneur de Langon, gentilhomme du Dauphiné, trouvèrent, le 11 janvier 1613, ce tombeau, proche les masures du château de Chaumont; que ce tombeau étoit de brique; qu'il avoit 30 pieds de longueur, 12 de largeur, et 8 de profondeur, en comptant le chapiteau, au milieu duquel étoit une pierre grise sur laquelle étoit gravé *Theutobochus rex ;* que ce tombeau ayant été ouvert, on vit un squelette humain de 25 pieds 1/2 de longueur, 10 de largeur à l'endroit des épaules, et 5 pieds d'épaisseur; qu'avant de toucher ces os, on mesura la tête, qui avoit 5 pieds de longueur et 10 en rondeur. (Je dois observer que la proportion de la longueur de la tête humaine avec celle du corps n'est pas d'un cinquième, mais d'un septième et demi; en sorte que cette tête de 5 pieds supposeroit un corps humain de 37 pieds 1/2 de hauteur.) Enfin il dit que la mâchoire inférieure avoit 6 pieds de tour, les orbites des yeux 7 pouces de tour, chaque clavicule 4 pieds de long, et que la plupart de ces ossemens se mirent en poudre après avoir été frappés de l'air.

Le docteur Riolan publia, la même année 1613, un écrit, sous le nom de *Gigantomachie,* dans lequel il dit que le chirurgien Habicot a donné, dans sa *Gigantostéologie,* des mesures fausses de la grandeur du corps et des os du prétendu géant Theutobochus; que lui Riolan a mesuré l'os de la cuisse, celui de la jambe, avec l'astragale joint au calcanéum, et qu'il ne leur a trouvé que 6 1/2 pieds, y compris l'os pubis, ce qui ne feroit que 13 pieds au lieu de 25 pour la hauteur du géant.

Il donne ensuite les raisons qui lui font douter que ces os soient des os humains; et il conclut en disant que ces os présentés par Habicot ne sont pas des os humains, mais des os d'éléphant.

Un an ou deux après la publication de la *Gigantostéologie* d'Habicot, et de la *Gigantomachie* de Riolan, il parut une brochure sous le titre de *l'Imposture découverte des os humains supposés, et faussement attribués au roi Theutobochus,* dans laquelle on ne trouve autre chose sinon que ces os ne sont pas des os humains, mais des os fossiles engendrés par la vertu de la terre; et encore un autre livret, sans nom d'auteur, dans lequel il est dit qu'à la vérité il y a parmi ces os des os humains, mais il y en avoit d'autres qui n'étoient pas humains.

Ensuite, en 1618, Riolan publia un écrit, sous le nom de *Gigantologie,* où il prétend non seulement que les os en question ne sont pas des os humains, mais encore que les hommes en général n'ont jamais été plus grands qu'ils ne le sont aujourd'hui.

Habicot répondit à Riolan dans la même année 1618; et il dit qu'il a offert au roi Louis XIII sa *Gigantostéologie,* et qu'en 1613, sur la fin de juillet, on exposa aux yeux du public les os énoncés dans cet ouvrage, et que ce sont vraiment des os humains : il cite un grand nombre d'exemples, tirés des auteurs anciens et modernes, pour prouver qu'il y a eu des hommes d'une grandeur excessive. Il persiste à dire que les os calcanéum, tibia, et fémur, du géant Theutobochus, étant joints les uns avec les autres, portoient plus de 11 pieds de hauteur.

Il donne ensuite les lettres qui lui ont été écrites dans le temps de la découverte de ces os, et qui semblent confirmer la réalité du fait du tombeau et des os du géant Theutobochus. Il paroît par la lettre du seigneur de Langon, datée de Saint-Marcellin en Dauphiné, et par une autre du sieur Mazurier, chirurgien à Beaurepaire, qu'on avoit trouvé des monnoies d'argent avec les os. La premiere lettre est conçue dans les termes suivans :

« Comme sa majesté désire d'avoir le reste des os du roi Theutobochus, avec la monnoie d'argent qui s'y est trouvée, je puis vous dire d'avance que vos parties adverses sont très-mal fondées, et que s'ils savoient leur métier, ils ne douteroient pas que ces os ne soient véritablement des os humains. Les docteurs en médecine de Montpellier se sont transportés ici, et auroient bien voulu avoir ces os pour de l'argent. M. le maréchal de Lesdiguières les a fait porter à Grenoble pour les voir, et les médecins et chirurgiens de Grenoble les ont reconnus pour des os humains; de sorte qu'il n'y a que les ignorans qui puissent nier cette vérité, etc.

« *Signé,* LANGON. »

Au reste, dans cette dispute, Riolan et Habicot, l'un médecin et l'autre chirurgien, se sont dit plus d'injures qu'ils n'ont écrit de faits et de raisons : ni l'un ni l'autre n'ont eu assez de sens pour décrire exactement les os dont il est question; mais tous deux, emportés par l'esprit de corps et de parti, ont écrit d'une maniere à ôter toute confiance. Il est donc très-difficile de prononcer affirmativement sur l'espèce de ces os : mais s'ils ont été en effet trouvés dans un tombeau de brique, avec un couvercle de pierre, sur lequel étoit l'inscription *Theutobochus rex;* s'il s'est trouvé des monnoies dans ce tombeau, s'il ne contenoit qu'un seul cadavre de 24 ou 25 pieds de longueur, si la lettre du seigneur de Langon contient vérité, on ne pourroit guère douter du fait essentiel, c'est-à-dire de l'existence d'un géant de 24 pieds de hauteur, à moins de supposer un concours fort extraordinaire de circonstances mensongères; mais aussi le fait n'est pas prouvé d'une manière assez positive, pour qu'on ne doive pas en douter beaucoup. Il est vrai que plusieurs auteurs, d'ailleurs dignes de foi, ont parlé de géans aussi grands et encore plus grands. Pline rapporte que, par un tremblement de terre en Crète, une montagne s'étant entr'ouverte, on y trouva un corps de 16 coudées, que les uns ont dit être le corps d'Otus, et d'autres celui d'Orion. Les 16 coudées donnent 24 pieds de longueur, c'est-à-dire la même que celle du roi Theutobochus.

On trouve dans un mémoire de M. Le Cat, académicien de Rouen, une énumération de plusieurs géans d'une grandeur excessive; savoir, deux géans dont les squelettes furent trouvés par les Athéniens près de leur

ville, l'un de 36 et l'autre de 34 pieds de hauteur; un autre de 30 pieds, trouvé en Sicile, près de Palerme, en 1548; un autre de 33 pieds, trouvé de même en Sicile en 1550; encore un autre trouvé de même en Sicile pres de Mazarino, qui avoit 30 pieds de hauteur.

Malgré tous ces témoignages, je crois qu'on aura bien de la peine à se persuader qu'il ait jamais existé des hommes de 30 ou 36 pieds de hauteur; ce seroit déjà bien trop que de ne pas se refuser à croire qu'il y en a eu de 24 : cependant les témoignages se multiplient, deviennent plus positifs, et vont pour ainsi dire par nuances d'accroissement à mesure que l'on descend. M. Le Cat rapporte que l'on trouva en 1705 près des bords de la riviere Morderi, au pied de la montagne de Crussol, le squelette d'un géant de 22 pieds 1/2 de hauteur, et que les dominicains de Valence ont une partie de sa jambe avec l'articulation du genou.

Platerus, médecin célèbre, atteste qu'il a vu à Lucerne le squelette d'un homme de 19 pieds au moins de hauteur.

Le géant Ferragus, tué par Roland, neveu de Charlemagne, avoit 18 pieds de hauteur.

Dans les cavernes sépulcrales de l'île de Ténériffe, on a trouvé le squelette d'un guanche qui avoit 15 pieds de hauteur, et dont la tête avoit 80 dents. Ces trois faits sont rapportés, comme les précédens, dans le Mémoire de M. Le Cat sur les géans. Il cite encore un squelette, trouvé dans un fossé près du couvent des Dominicains de Rouen, dont le crane tenoit un boisseau de blé, et dont l'os de la jambe avoit environ 4 pieds de longueur; ce qui donne pour la hauteur du corps entier 17 à 18 pieds. Sur la tombe de ce géant étoit une inscription gravée, où on lisoit : *Ci-gît noble et puissant seigneur le chevalier Ricon de Valmont et ses os.*

On trouve dans le Journal littéraire de l'abbé Nazari que, dans la haute Calabre, au mois de juin 1665, on déterra dans les jardins du seigneur de Tiviolo un squelette de 18 pieds romains de longueur; que la tête avoit 2 pieds 1/2; que chaque dent molaire pesoit environ une once et un tiers, et les autres dents trois quarts d'once, et que ce squelette étoit couché sur une masse de bitume.

Hector Boetius, dans son *Histoire de l'Écosse*, livre VII, rapporte que l'on conserve encore quelques os d'un homme, nommé par contre-vérité le *Petit-Jean*, qu'on croit avoir eu 14 pieds de hauteur, c'est-à-dire 13 pieds 2 pouces 6 lignes de France.

On trouve dans le *Journal des Savans*, année 1692, une lettre du P. Gentil, prêtre de l'Oratoire, professeur de philosophie à Angers, où il dit qu'ayant eu avis de la découverte qui s'étoit faite d'un cadavre gigantesque dans le bourg de Lassé, à neuf lieues de cette ville, il fut lui-même sur les lieux pour s'informer du fait. Il apprit que le curé du lieu ayant fait creuser dans son jardin, on avoit trouvé un sépulcre qui renfermoit un corps de 17 pieds 2 pouces de long, qui n'avoit plus de peau. Ce cadavre avoit d'autres corps entre ses bras et ses jambes, qui pouvoient être ses enfans. On trouva dans le même lieu quatorze ou quinze autres sépulcres, les uns de 10 pieds, les autres de 12, et d'autres même de 14 pieds, qui renfermoient des corps de même longueur. Le sépulcre de ce géant resta exposé à l'air pendant plus d'un an; mais comme cela attiroit trop de visites au curé, il l'a fait recouvrir de terre, et planter trois arbres sur la place. Ces sépulcres sont d'une pierre semblable à la craie.

Thomas Molineux a vu, aux écoles de médecine de Leyde, un os frontal humain prodigieux : sa hauteur prise depuis sa jonction aux os du nez, jusqu'à la suture sagittale, étoit de 9 1/12 pouces, sa largeur de 12 1/10 pouces, son épaisseur d'un demi-pouce; c'est-à-dire que chacune de ces dimensions étoit double de la dimension correspondante à l'os frontal, tel qu'il est dans les hommes de taille ordinaire; en sorte que l'homme à qui cet os gigantesque a appartenu étoit probablement une fois plus grand que les hommes ordinaires, c'est-à-dire qu'il avoit 11 pieds de haut. Cet os étoit très-certainement un os frontal humain; et il ne paroît pas qu'il eût acquis ce volume par un vice morbifique, car son épaisseur étoit proportionnée à ses autres dimensions, ce qui n'a pas lieu dans les os viciés.

Dans le cabinet de M. Witreu à Amsterdam, M. Klein dit avoir vu un os frontal d'après lequel il lui parut que l'homme auquel il avoit appartenu avoit 13 pieds 4 pouces de hauteur, c'est-à-dire environ 12 pieds 1/2 de France.

D'après tous les faits que je viens d'exposer, et ceux que j'ai discutés ci-devant au sujet des Patagons, je laisse à mes lecteurs le même embarras où je suis, pour pouvoir prononcer sur l'existence réelle de ces géans de 24 pieds : je ne puis me persuader qu'en aucun temps et par aucun moyen, aucune

circonstance, le corps humain ait pu s'élever à des dimensions aussi démesurées; mais je crois en même temps qu'on ne peut guère douter qu'il n'y ait eu des géans de 10, 12, et peut-être de 15 pieds de hauteur, et qu'il est presque certain que, dans les premiers âges de la nature vivante, il a existé non seulement des individus gigantesques en grand nombre, mais même quelques races constantes et successives de géans, dont celle des Patagons est la seule qui se soit conservée.

(*Sur la page* 275.)

Voici ce que M. Grouner et quelques autres bons observateurs et témoins oculaires rapportent à ce sujet.

Dans les plus hautes régions des Alpes, les eaux provenant annuellement de la fonte des neiges se gelent dans tous les aspects et à tous les points de ces montagnes, depuis leur base jusqu'à leur sommet, surtout dans les vallons et sur le penchant de celles qui sont groupées; en sorte que les eaux ont dans ces vallées formé des montagnes qui ont des roches pour noyau, et d'autres montagnes qui sont entièrement de glace, lesquelles ont six, sept à huit lieues d'étendue en longueur, sur une lieue de largeur, et souvent mille à douze cents toises de hauteur : elles rejoignent les autres montagnes par leur sommet. Ces énormes amas de glace gagnent de l'étendue en se prolongeant dans les vallées; en sorte qu'il est démontré que toutes les glacières s'accroissent successivement, quoique, dans les années chaudes et pluvieuses, non seulement leur progression soit arrêtée, mais même leur masse immense diminuée.....

La hauteur de la congélation fixée à 2440 toises sous l'équateur, pour les hautes montagnes isolées, n'est point une règle pour les groupes de montagnes gelées depuis leur base jusqu'à leur sommet; elles ne dégèlent jamais. Dans les Alpes, la hauteur du degré de congélation pour les montagnes isolées est fixée à 1500 toises d'élévation, et toute la partie au dessous de cette hauteur se dégele entièrement; tandis que celles qui sont entassées gèlent à une moindre hauteur, et ne degelent jamais dans aucun point de leur élévation depuis leur base, tant le degré de froid est augmenté par la masse de matieres congelées réunies dans un même espace.....

Toutes les montagnes glaciales de la Suisse, réunies, occupent une étendue de 66 lieues du levant au couchant, mesurée en ligne droite, depuis les bornes occidentales du canton de Vallis, vers la Savoie, jusqu'aux bornes orientales du canton de Bendner, vers le Tyrol; ce qui forme une chaîne interrompue, dont plusieurs bras s'étendent du midi au nord sur une longueur d'environ 36 lieues. Le grand Gothard, le Fourk, et le Grimsel, sont les montagnes les plus élevées de cette partie : elles occupent le centre de ces chaînes qui divisent la Suisse en deux parties; elles sont toujours couvertes de neige et de glace, ce qui leur a fait donner le nom générique de *glacières*.

L'on divise les glacières en montagnes glacées, vallons de glace, champs de glace ou mers glaciales, et en *gletchers* ou amas de glaçons.

Les montagnes glacées sont ces grosses masses de rochers qui s'élèvent jusqu'aux nues, et qui sont toujours couvertes de neige et de glace.

Les vallons de glace sont des enfoncemens qui sont beaucoup plus élevés entre les montagnes que les vallons inférieurs; ils sont toujours remplis de neige qui s'y accumule et forme des monceaux de glace qui ont plusieurs lieues d'étendue, et qui rejoignent les hautes montagnes.

Les champs de glace, ou mers glaciales, sont des terrains en pente douce, qui sont dans le circuit des montagnes; ils ne peuvent être appelés vallons, parce qu'ils n'ont pas assez de profondeur : ils sont couverts d'une neige épaisse. Ces champs reçoivent l'eau de la fonte des neiges qui descendent des montagnes et qui regèlent : la surface de ces glaces fond et gèle alternativement, et tous ces endroits sont couverts de couches épaisses de neige et de glace.

Les *gletchers* sont des amas de glaçons formés par les glaces et les neiges qui sont précipitées des montagnes : ces neiges se regelent et s'entassent en différentes manières; ce qui fait qu'on divise les *gletchers* en monts, en revêtemens et en murs de glace.

Les monts de glace s'élèvent entre les sommets des hautes montagnes; ils ont eux-mêmes la forme de montagnes; mais il n'entre point de rochers dans leur structure : ils sont composés entièrement de pure glace, qui a quelquefois plusieurs lieues en longueur, une lieue de largeur, et une demi-lieue d'épaisseur.

Les revêtemens de glaçons sont formés dans les vallées supérieures et sur les côtés des montagnes, qui sont recouvertes comme de draperies de glaces taillées en pointes;

elles versent leurs eaux superflues dans les vallées inférieures.

Les murs de glace sont des revêtemens escarpés qui terminent les vallées de glace qui ont une forme aplatie, et qui paroissent de loin comme des mers agitées, dont les flots ont été saisis et glacés dans le moment de leur agitation. Ces murs ne sont point hérissés de pointes de glaces; souvent ils forment des colonnes, des pyramides, et des tours énormes par leur hauteur et leur grosseur, taillées à plusieurs faces, quelquefois hexagones, et de couleur bleue ou vert céladon.

Il se forme aussi sur les côtés et au pied des montagnes des amas de neige qui sont ensuite arrosés par l'eau des neiges fondues et recouvertes de nouvelles neiges. L'on voit aussi des glaçons qui s'accumulent en tas, qui ne tiennent ni aux vallons ni aux monts de glace; leur position est ou horizontale ou inclinée : tous ces amas détachés se nomment *lits* ou *couches de glaces*.....

La chaleur intérieure de la terre mine plusieurs de ces montagnes de glace par dessous, et y entretient des courans d'eau qui fondent leurs surfaces inférieures; alors les masses s'affaissent insensiblement par leur propre poids, et leur hauteur est réparée par les eaux, les neiges et les glaces qui viennent successivement les recouvrir : ces affaissemens occasionent souvent des craquemens horribles; les crevasses qui s'ouvrent dans l'épaisseur des glaces forment des précipices aussi fâcheux qu'ils sont multipliés. Ces abîmes sont d'autant plus perfides et funestes, qu'ils sont ordinairement recouverts de neige : les voyageurs, les curieux, et les chasseurs qui courent les daims, les chamois, les bouquetins, ou qui font la recherche des mines de cristal, sont souvent engloutis dans les gouffres, et rejetés sur la surface par les flots qui s'élèvent du fond de ces abîmes.

Les pluies douces fondent promptement les neiges : mais toutes les eaux qui en proviennent ne se précipitent pas dans les abîmes inférieurs par les crevasses; une grande partie se regele, et, tombant sur la surface des glaces, en augmente le volume.

Les vents chauds du midi, qui règnent ordinairement dans le mois de mai, sont les agens les plus puissans qui détruisent les neiges et les glaces; alors leur fonte annoncée par le bruissement des lacs glacés, et par le fracas épouvantable du choc des pierres et des glaces qui se précipitent confusément du haut des montagnes, porte de toutes parts dans les vallées inférieures les eaux des torrens, qui tombent du haut des rochers de plus de 1200 pieds de hauteur.

Le soleil n'a que peu de prise sur les neiges et sur les glaces pour en opérer la fonte. L'expérience a prouvé que ces glaces formées pendant un laps de temps très-long, sous des fardeaux énormes, dans un degré de froid si multiplié et d'eau si pure; que ces glaces, dis-je, étoient d'une matière si dense et si purgée d'air, que de petits glaçons exposés au soleil le plus ardent dans la plaine pendant un jour entier s'y fondoient à peine.

Quoique la masse de ces glacières fonde en partie tous les ans dans les trois mois de l'été; que les pluies, les vents, et la chaleur, plus actifs dans certaines années, détruisent les progrès que les glaces ont faits pendant plusieurs autres années, cependant il est prouvé que *ces glacières prennent un accroissement constant, et qu'elles s'étendent :* les annales du pays le prouvent; des actes authentiques le démontrent, la tradition est invariable sur ce sujet. Indépendamment de ces autorités et des observations journalières, cette progression des glacières est prouvé par des *forêts de mélèzes qui ont été absorbées par les glaces, et dont la cime de quelques-uns de ces arbres surpasse encore la surface des glacières;* ce sont des témoins irréprochables qui attestent le progrès des glacières, ainsi que *le haut des clochers d'un village* qui a été englouti sous les neiges, et que l'on aperçoit lorsqu'il se fait des fontes extraordinaires. Cette progression des glacières ne peut avoir d'autre cause que l'augmentation de l'intensité du froid, qui s'accroît dans les montagnes glacées en raison des masses de glaces; et il est prouvé que, dans les glacieres de Suisse, le froid est aujourd'hui plus vif, mais moins long que dans l'Islande, dont les glacières, ainsi que celles de Norwège, ont beaucoup de rapport avec celles de la Suisse.

Le massif des montagnes glacées de la Suisse est composé comme celui de toutes les hautes montagnes : le noyau est une roche vitreuse qui s'étend jusqu'à leur sommet; la partie au dessous, à commencer du point où elles ont été couvertes des eaux de la mer, est composée en revêtement de pierre calcaire, ainsi que tout le massif des montagnes d'un ordre inférieur qui sont groupées sur la base des montagnes primitives de ces glacières; enfin ces masses calcaires ont pour base des schistes produits par le dépôt du limon des eaux.

Les masses vitreuses sont des rocs vifs, des granites, des quartz; leurs fentes sont remplies de métaux, de demi-métaux, de substances minérales, et de cristaux.

Les masses calcinables sont des pierres à chaux, des marbres de toutes les espèces en couleurs et variétés, des craies, des gypses, des spaths, et des albâtres, etc.

Les masses schisteuses sont des ardoises de différentes qualités et couleurs, qui contiennent des plantes et des poissons, et qui sont souvent posées à des hauteurs assez considérables : leur lit n'est pas toujours horizontal; il est souvent incliné, même sinueux, et perpendiculaire en quelques endroits.

L'on ne peut révoquer en doute l'ancien séjour des eaux de la mer sur les montagnes qui forment aujourd'hui ces glacières; l'immense quantité de coquilles qu'on y trouve l'atteste, ainsi que les ardoises et les autres pierres de ce genre. Les coquilles y sont distribuées par familles, ou bien elles sont mêlées les unes avec les autres, et l'on y en trouve à de très-grandes hauteurs.

Il y a lieu de penser que ces montagnes n'ont pas formé des glacières continues dans la haute antiquité, pas même depuis que les eaux de la mer les ont abandonnées, quoiqu'il paroisse par leur très-grand éloignement des mers, qui est de près de cent lieues, et par leur excessive hauteur, qu'elles ont été les premières qui sont sorties des eaux sur le continent de l'Europe. Elles ont eu anciennement leurs volcans; il paroît que le dernier qui s'est éteint étoit celui de la montagne de Myssenberg, dans le canton de Schwitz; ces deux principaux sommets, qui sont très-hauts et isolés, sont terminés coniquement, comme toutes les bouches de volcan; et l'on voit encore le cratère de l'un de ces cônes qui est creusé à une grande profondeur.

M. Bourrit, qui eut le courage de faire un grand nombre de courses dans les glacières de Savoie, dit « qu'on ne peut douter de l'accroissement de toutes les glacières des Alpes; que la quantité de neige qui y est tombée pendant les hivers l'a emporté sur la quantité fondue pendant les étés; que non seulement la même cause subsiste, mais que ces amas de glace déjà formés doivent l'augmenter toujours plus, puisqu'il en résulte et plus de neige et une moindre fonte..... Ainsi il n'y a pas de doute que les glacières n'aillent en augmentant, et même dans une progression croissante. »

Cet observateur infatigable a fait un grand nombre de courses dans les glacières; et en parlant de celle du *Glatchers* ou glacières des *Bossons*, il dit « qu'il paroît s'augmenter tous les jours; que le sol qu'il occupe présentement étoit, il y a quelques années, un champ cultivé, et que les glaces augmentent encore tous les jours. Il rapporte que l'accroissement des glaces paroît démontré non seulement dans cet endroit, mais dans plusieurs autres; que l'on a encore le souvenir d'une communication qu'il y avoit autrefois de Chamounis à la Val-d'Aost, et que les glaces l'ont absolument fermée; que les glaces en général doivent s'être accrues en s'étendant d'abord de sommité en sommité, et ensuite de vallée en vallée, et que c'est ainsi que s'est faite la communication des glaces du Mont-Blanc avec celles des autres montagnes et glacières du Vallais et de la Suisse. Il paroît, dit-il ailleurs, que tous ces pays de montagnes n'étoient pas anciennement aussi remplis de neiges et de glaces qu'ils le sont aujourd'hui... L'on ne date que depuis quelques siècles les désastres arrivés par l'accroissement des neiges et des glaces, par leur accumulation dans plusieurs vallées, par la chute des montagnes elles-mêmes et des rochers : ce sont ces accidens presque continuels, et cette augmentation annuelle des glaces, qui peuvent seuls rendre raison de ce que l'on sait de l'histoire de ce pays touchant le peuple qui l'habitoit anciennement. »

(Sur la page 280.)

M. Engel, qui regarde comme impossible le passage au nord-ouest par les baies d'Hudson et de Baffin, paroît au contraire persuadé qu'on trouvera un passage plus court et plus sûr par le nord-est; et il ajoute aux raisons assez foibles qu'il en donne, un passage de M. Gmelin, qui, parlant des tentatives faites par les Russes pour trouver ce passage au nord-est, dit que « la manière « dont on a procédé à ces découvertes fera « en son temps le sujet du plus grand éton- « nement de tout le monde, lorsqu'on en « aura la relation authentique; ce qui dé- « pend uniquement, ajoute-t-il, de la haute volonté de l'impératrice. » « Quel sera donc, dit M. Engel, ce sujet d'étonnement, si ce n'est d'apprendre que le passage regardé jusqu'à présent comme impossible est très-praticable? Voilà le seul fait, ajoute-t-il, qui puisse surprendre ceux qu'on a tâché d'effrayer par des relations publiées à dessein de rebuter les navigateurs, etc. »

Je remarque d'abord qu'il faudroit être bien assuré des choses avant de faire à la nation russe cette imputation. En second lieu, elle me paroît mal fondée, et les paroles de M. Gmelin pourroient bien signifier tout le contraire de l'interprétation que leur donne M. Engel, c'est-à-dire qu'on sera fort étonné lorsque l'on saura qu'il n'existe point de passage praticable au nord-est; et ce qui me confirme dans cette opinion, indépendamment des raisons générales que j'en ai données, c'est que les Russes eux-mêmes n'ont nouvellement tenté des découvertes qu'en remontant de Kamtschatka, et point du tout en descendant de la pointe de l'Asie. Les capitaines Behring et Tschirikow ont, en 1741, reconnu des parties de côtes de l'Amérique jusqu'au 59e degré; et ni l'un ni l'autre ne sont venus par la mer du Nord le long des côtes de l'Asie : cela prouve assez que le passage n'est pas aussi praticable que le suppose M. Engel; ou, pour mieux dire, cela prouve que les Russes savent qu'il n'est pas praticable, sans quoi ils eussent préféré d'envoyer leurs navigateurs par cette route, plutôt que de les faire partir de Kamtschatka pour faire la découverte de l'Amérique occidentale.

M. Muller, envoyé avec M. Gmelin par l'impératrice en Sibérie, est d'un avis bien différent de M. Engel : après avoir comparé toutes les relations, M. Muller conclut par dire qu'il n'y a qu'une très-petite séparation entre l'Asie et l'Amérique, et que ce détroit offre une ou plusieurs îles qui servent de route ou de stations communes aux habitans des deux continens. Je crois cette opinion bien fondée, et M. Muller rassemble un grand nombre de faits pour l'appuyer. Dans les demeures souterraines des habitans de l'île Karaga, on voit des poutres faites de grands arbres de sapin, que cette île ne produit point, non plus que les terres de Kamtschatka dont elle est très-voisine : les habitans disent que ce bois leur vient par un vent d'est qui l'amène sur leurs côtes. Celles de Kamtschatka reçoivent, du même côté, des glaces que la mer orientale y pousse en hiver deux à trois jours de suite : on y voit en certains temps des vols d'oiseaux, qui, après un séjour de quelques mois, retournent à l'est, d'où ils étoient arrivés. Le continent opposé à celui de l'Asie vers le nord descend donc jusqu'à la latitude de Kamtschatka : ce continent doit être celui de l'Amérique occidentale. M. Muller, après avoir donné le précis de cinq ou six voyages tentés par la mer du Nord pour doubler la pointe septentrionale de l'Asie, finit par dire que tout annonce l'impossibilité de cette navigation et il le prouve par les raisons suivantes : Cette navigation devroit se faire dans un été; or l'intervalle depuis Archangel à l'Oby, et de ce fleuve au Jénisséik, demande une belle saison tout entière. Le passage du Waigats a coûté des peines infinies aux Anglois et aux Hollandois : au sortir de ce détroit glacial, on rencontre des îles qui ferment le chemin; ensuite le continent qui forme un cap entre les fleuves *Piasida* et *Chatanga*, s'avançant au delà du 76e degré de latitude, est de même bordé d'une chaîne d'îles qui laissent difficilement un passage à la navigation. Si l'on veut s'éloigner des côtes et gagner la haute mer vers le pôle, les montagnes de glaces presque immobiles qu'on trouve au Groenland et au Spitzberg n'annoncent-elles pas une continuité de glaces jusqu'au pôle? Si l'on veut longer les côtes, *cette navigation est moins aisée qu'elle ne l'étoit il y a cent ans ;* l'eau de l'Océan y a diminué insensiblement : on voit encore loin des bords que baigne la mer Glaciale les bois qu'elle a jetés sur des terres qui jadis lui servoient de rivage; ces bords y sont si peu profonds, qu'on ne pourroit y employer que des bateaux très-plats, qui, trop foibles pour résister aux glaces, ne sauroient fournir une longue navigation, ni se charger des provisions qu'elle exige. Quoique les Russes aient des ressources et des moyens que n'ont pas la plupart des autres nations européennes pour fréquenter ces mers froides, on voit que les voyages tentés sur la mer Glaciale n'ont pas encore ouvert une route de l'Europe et de l'Asie à l'Amérique; et ce n'est qu'en partant de Kamtschatka, ou d'un autre point de l'Asie la plus orientale, qu'on a découvert quelques côtes de l'Amérique occidentale.

Le capitaine Behring partit du port d'Awatscha en Kamtschatka le 4 juin 1741. Après avoir couru au sud-est et remonté au nord-est, il aperçut, le 18 du mois suivant, le continent de l'Amérique à 58 degrés 28′ de latitude; deux jours après, il mouilla près d'une île enfoncée dans une baie; de là, voyant deux caps, il appela l'un à l'orient *Saint-Élie*, et l'autre au couchant *Saint-Hermogène;* ensuite il dépêcha Chitrou, l'un de ses officiers, pour reconnoître et visiter le golfe où il venoit d'entrer. On le trouva coupé ou parsemé d'îles : une entre autres offrit des cabanes désertes; elles étoient de planches bien unies et même échancrées. On conjectura que cette île pou-

voit avoir été habitée par quelques peuples du continent de l'Amérique. M. Steller, envoyé pour faire des observations sur ces terres nouvellement découvertes, trouva une cave où l'on avoit mis une provision de saumon fumé, et laissé des cordes, des meubles, et des ustensiles : plus loin, il vit fuir des Américains à son aspect. Bientôt on aperçut du feu sur une colline assez éloignée : les sauvages sans doute s'y étoient retirés ; un rocher escarpé y couvroit leur retraite.

D'après l'exposé de ces faits, il est aisé de juger que ce ne sera jamais qu'en partant de Kamtschatka que les Russes pourront faire le commerce de la Chine et du Japon, et qu'il leur est aussi difficile, pour ne pas dire impossible, qu'aux autres nations de l'Europe de passer par les mers du nord-est, dont la plus grande partie est entièrement glacée : je ne crains donc pas de répéter que le seul passage possible est par le nord-ouest, au fond de la baie d'Hudson, et que c'est l'endroit auquel les navigateurs doivent s'attacher pour trouver ce passage si désiré et si évidemment utile.

Comme j'avois déjà livré à l'impression toutes les feuilles précédentes de ce volume, j'ai reçu de la part de M. le comte de Schouvaloff, ce grand homme d'état que toute l'Europe estime et respecte; j'ai reçu, dis-je, en date du 29 octobre 1777, un excellent Mémoire composé par M. de Domascheneff, président de la société impériale de Pétersbourg, et auquel l'impératrice a confié, à juste titre, le département de tout ce qui a rapport aux sciences et aux arts. Cet illustre savant m'a en même temps envoyé une copie faite à la main de la carte du pilote Otcheredin, dans laquelle sont représentées les routes et les découvertes qu'il a faites, en 1770 et 1773, entre Kamtschatka et le continent de l'Amérique. M. de Domascheneff observe dans son Mémoire que cette carte du pilote Otcheredin est la plus exacte de toutes, et que celle qui a été donnée en 1773 par l'Académie de Pétersbourg doit être réformée en plusieurs points, et notamment sur la position des îles et le prétendu archipel qu'on y a représenté entre les îles Aleutes ou Aléoutes et celles d'Anadir, autrement appelées îles d'Andrien. La carte du pilote Otcheredin semble démontrer en effet que ces deux groupes des îles Aleutes et des iles Andrien sont séparés par une mer libre de plus de cent lieues d'étendue. M. de Domascheneff assure que la grande carte générale de l'empire de Russie, qu'on vient de publier cette année 1777, représente exactement les côtes de toute l'extrémité septentrionale de l'Asie habitée par les Tschutschis. Il dit que cette carte a été dressée d'après les connoissances les plus récentes acquises par la dernière expédition du major Pawluzki contre ce peuple. « Cette côte, dit M. de Domascheneff, termine la grande chaîne de montagnes, laquelle sépare toute la Sibérie de l'Asie méridionale, et finit en se partageant entre la chaîne qui parcourt Kamtschatka et celles qui remplissent toutes les terres entre les fleuves qui coulent à l'est du Lena. Les îles reconnues entre les côtes de Kamtschatka et celles de l'Amérique sont montagneuses, ainsi que les côtes de Kamtschatka et celles du continent de l'Amérique : il y a donc une continuation bien marquée entre les chaînes de montagnes et ces deux continens, dont les interruptions, jadis peut-être moins considérables, peuvent avoir été élargies par le dépérissement de la roche, par les courans continuels qui entrent de la mer Glaciale vers la grande mer du Sud, et par les catastrophes du globe. »

Mais cette chaîne sous-marine qui joint les terres de Kamtschatka avec celles de l'Amérique est plus méridionale de 7 ou 8 degrés que celle des îles Anadir ou Andrien, qui de temps immémorial ont servi de passage aux Tschutschis pour aller en Amérique.

M. de Domascheneff dit qu'il est certain que cette traversée de la pointe de l'Asie au continent de l'Amérique se fait à la rame, et que ces peuples y vont trafiquer des ferrailles russes avec les Américains ; que les îles qui sont sur ce passage sont si fréquentes, qu'on peut coucher toutes les nuits à terre, et que le continent de l'Amérique où les Tschutschis commercent est montagneux et couvert de forêts peuplées de renards, de martres, et de zibelines, dont ils rapportent des fourrures de qualités et de couleurs toutes différentes de celles de Sibérie. Ces îles septentrionales situées entre les deux continens ne sont guère connues que des Tschutschis : elles forment une chaîne entre la pointe la plus orientale de l'Asie et le continent de l'Amérique, sous le 64e degré; et cette chaîne est séparée par une mer ouverte de la seconde chaîne plus méridionale dont nous venons de parler, située sous le 56e degré entre Kamtschatka et l'Amérique : ce sont les îles de cette seconde chaîne que les Russes et les habitans de Kamtschatka fréquentent pour la chasse des loutres marines et des renards noirs, dont

les fourrures sont très-précieuses. On avoit connoissance de ces îles, même des plus orientales dans cette dernière chaîne, avant l'année 1750 : l'une de ces îles porte le nom du commandeur *Behring*, une autre assez voisine s'appelle l'*île Medenoi;* ensuite on trouve les quatre îles Aleutes ou Aléoutes, les deux premières situées un peu au dessus et les dernières un peu au dessous du 55ᵉ degré; ensuite on trouve environ au 56ᵉ degré les îles Atkhou et Amlaïgh, qui sont les premières de la chaîne des îles aux Renards, laquelle s'étend vers le nord-est jusqu'au 61ᵉ degré de latitude : le nom de ces îles est venu du nombre prodigieux de renards qu'on y a trouvés. Les deux îles du commandeur Behring et de Medenoi étoient inhabitées lorsqu'on en fit la découverte : mais on a trouvé dans les îles Aleutes, quoique plus avancées vers l'orient, plus d'une soixantaine de familles dont la langue ne se rapporte ni à celle de Kamtschatka ni à aucune de celles de l'Asie orientale, et n'est qu'un dialecte de la langue que l'on parle dans les autres îles voisines de l'Amérique; ce qui sembleroit indiquer qu'elles ont été peuplées par les Américains, et non par les Asiatiques.

Les îles nommées par l'équipage de Behring l'*île Saint-Julien*, *Saint-Théodore*, *Saint-Abraham*, sont les mêmes que celles qu'on appelle aujourd'hui les *îles Aleutes;* et de même l'île de Chommaghin, de Saint-Dolmat, indiquées par ce navigateur, font partie de celles qu'on appelle *îles aux Renards.*

« La grande distance, dit M. de Domascheneff, et la mer ouverte et profonde qui se trouve entre les îles Aleutes et les îles aux Renards, jointes au gisement différent de ces dernières, peuvent faire présumer que ces îles ne forment pas une chaîne marine continue; mais que les premières, avec celles de Medenoi et de Behring, font une chaîne marine qui vient de Kamtschatka, et que les îles aux Renards en représentent une autre issue de l'Amérique; que l'une et l'autre de ces chaînes vont généralement se perdre dans la profondeur de la grande mer, et sont des promontoires des deux continens. La suite des îles aux Renards, dont quelques unes sont d'une grande étendue, est entremêlée d'écueils et de brisans, et se continue sans interruption jusqu'au continent de l'Amérique; mais celles qui sont les plus voisines de ce continent sont très-peu fréquentées par les barques des chasseurs russes, parce qu'elles sont fort peuplées, et qu'il seroit dangereux d'y séjourner. Il y a plusieurs de ces îles voisines de la terre-ferme de l'Amérique, qui ne sont pas encore bien reconnues. Quelques navires ont cependant pénétré jusqu'à l'île de Kadjak, qui est très-voisine du continent de l'Amérique; l'on en est assuré tant sur le rapport des insulaires que par d'autres raisons : une de ces raisons est qu'au lieu que toutes les îles plus occidentales ne produisent que des arbrisseaux rabougris et rampans, que les vents de pleine mer empêchent de s'élever, l'île de Kadjak, au contraire, et les petites îles voisines, produisent des bosquets d'aunes, qui semblent indiquer qu'elles se trouvent moins à découvert, et qu'elles sont garanties au nord et à l'est par un continent voisin. De plus, on y a trouvé des loutres d'eau douce, qui ne se voient point aux autres îles, de même qu'une petite espèce de marmotte, qui paroît être la marmotte du Canada; enfin l'on y a remarqué des traces d'ours et de loups, et les habitans sont vêtus de peaux de rennes, qui leur viennent du continent de l'Amérique, dont ils sont très-voisins.

« On voit, par la relation d'un voyage poussé jusqu'à l'île de Kadjak, sous la conduite d'un certain Geottof, que les insulaires nomment *Atakthan* le continent de l'Amérique : ils disent que cette grande terre est montagneuse et toute couverte de forêts; ils placent cette grande terre au nord de leur île, et nomment l'embouchure d'un grand fleuve, *Alaghschak*, qui s'y trouve... D'autre part, l'on ne sauroit douter que Behring, aussi bien que Tschirikow, n'ait effectivement touché à ce grand continent, puisqu'au cap Élie, où sa frégate mouilla, l'on vit des bords de la mer le terrain s'élever en montagne continue et toute revêtue d'épaisses forêts : le terrain y étoit d'une nature toute différente de celui de Kamtschatka; nombre de plantes américaines y furent recueillies par Steller. »

M. de Domascheneff observe de plus que toutes les îles aux Renards, ainsi que les îles Aleutes, et celle de Behring, sont montagneuses; que leurs côtes sont, pour la plupart, hérissées de rochers, coupées par des précipices, et environnées d'écueils jusqu'à une assez grande distance; que le terrain s'élève depuis les côtes jusqu'au milieu de ces îles en montagnes fort roides, qui forment de petites chaînes dans le sens de la longueur de chaque île : au reste, il y a eu et il y a encore des volcans dans plusieurs de ces îles, et celles où ces volcans sont

éteints ont des sources d'eau chaude. On ne trouve point de métaux dans ces îles à volcans, mais seulement des calcédoines et quelques autres pierres colorées, de peu de valeur. On n'a d'autre bois dans ces îles que les tiges ou branches d'arbres flottées par la mer, et qui n'y arrivent pas en grande quantité; il s'en trouve plus sur l'île Behring et sur les Aleutes : il paroît que ces bois flottés viennent, pour la plupart, des plages méridionales; car on y a observé le bois de camphre du Japon.

Les habitans de ces îles sont assez nombreux; mais, comme ils mènent une vie errante, se transportant d'une île à l'autre, il n'est pas possible de fixer leur nombre. On a généralement observé que plus les îles sont grandes, plus elles sont voisines de l'Amérique, et plus elles sont peuplées. Il paroît aussi que tous les insulaires des îles aux Renards sont d'une même nation, à laquelle les habitans des Aleutes et des îles d'Andrien peuvent aussi se rapporter, quoiqu'ils en diffèrent par quelques coutumes. Tout ce peuple a une très grande ressemblance pour les mœurs, la façon de vivre et de se nourrir, avec les Esquimaux et les Groenlandois. Le nom de *Kanaghist*, dont ces insulaires s'appellent dans leur langue, peut-être corrompu par les marins, est encore très-ressemblant à celui de *Karalit*, dont les Esquimaux et leurs frères les Groenlandois se nomment. On n'a trouvé aux habitans de toutes ces îles, entre l'Asie et l'Amérique, d'autres outils que des haches de pierre, des cailloux taillés en scalpel, et des omoplates d'animaux aiguisées pour couper l'herbe; ils ont aussi des dards, qu'ils lancent de la main à l'aide d'une palette, et desquels la pointe est armée d'un caillou pointu et artistement taillé : aujourd'hui ils ont beaucoup de ferrailles volées ou enlevées aux Russes. Ils font des canots et des especes de pirogues comme les Esquimaux : il y en a d'assez grandes pour contenir vingt personnes; la charpente en est de bois léger, recouvert partout de peaux de phoques et d'autres animaux marins.

Il paroît, par tous ces faits, que de temps immémorial les Tschutschis qui habitent la pointe la plus orientale de l'Asie, entre le 55e et le 70e degré, ont eu commerce avec les Américains, et que ce commerce étoit d'autant plus facile pour ces peuples accoutumés à la rigueur du froid, que l'on peut faire le voyage, qui n'est peut-être pas de cent lieues, en se reposant tous les jours d'île en île, et dans de simples canots, conduits à la rame en été, et peut-être sur la glace en hiver. L'Amérique a donc pu être peuplée par l'Asie sous ce parallèle; et tout semble indiquer que, quoiqu'il y ait aujourd'hui des interruptions de mer entre les terres de ces îles, elles ne faisoient autrefois qu'un même continent, par lequel l'Amérique étoit jointe à l'Asie : cela semble indiquer aussi qu'au delà de ces îles Anadir ou Andrien, c'est-à-dire entre le 70e et le 75e degré, les deux continens sont absolument réunis par un terrain où il ne se trouve plus de mer, mais qui est peut-être entierement couvert de glace. La reconnoissance de ces plages au delà du 70e degré est une entreprise digne de l'attention de la grande souveraine des Russies, et il faudroit la confier à un navigateur aussi courageux que M. Phipps. Je suis bien persuadé qu'on trouveroit les deux continens réunis; et s'il en est autrement, et qu'il y ait une mer ouverte au delà des îles Andrien, il me paroît certain qu'on trouveroit les appendices de la grande glaciere du pôle à 81 ou 82 degrés, comme M. Phipps les a trouvés à la même hauteur entre le Spitzberg et le Groenland.

SEPTIÈME ÉPOQUE.

Lorsque la puissance de l'homme a secondé celle de la nature

Les premiers hommes témoins des mouvemens convulsifs de la terre, encore récens et très-fréquens, n'ayant que les montagnes pour asiles contre les inondations, chassés souvent de ces mêmes asiles par le feu des volcans, tremblans sur une terre qui trembloit sous leurs pieds, nus d'esprit et de corps, exposés aux injures de tous les élémens, victimes de la fureur des animaux féroces, dont ils ne pouvoient éviter de devenir la proie; tous également pénétrés du sentiment commun d'une terreur funeste, tous également pressés par la nécessité, n'ont-ils pas très-promptement cherché à se réunir, d'abord pour se défendre par le nombre, ensuite pour s'aider et travailler de concert à se faire un domicile et des armes? Ils ont commencé par aiguiser en forme de haches ces cailloux durs, ces jades, ces *pierres de foudre*, que l'on a crues tombées des nues et formées par le tonnerre, et qui néanmoins ne sont que les premiers monumens de l'art de l'homme dans l'état de pure nature : il aura bientôt tiré du feu de ces mêmes cailloux en les frappant les uns contre les autres; il aura saisi la flamme des volcans, ou profité du feu des laves brûlantes pour le communiquer, pour se faire jour dans les forêts, les broussailles; car, avec le secours de ce puissant élément, il a nettoyé, assaini, purifié les terrains qu'il vouloit habiter; avec la hache de pierre, il a tranché, coupé les arbres, menuisé le bois, façonné ses armes et les instrumens de première nécessité. Et après s'être munis de massues et d'autres armes pesantes et défensives, ces premiers hommes n'ont-ils pas trouvé le moyen d'en faire d'offensives plus légeres, pour atteindre de loin? un nerf, un tendon d'animal, des fils d'aloès, ou l'écorce souple d'une plante ligneuse, leur ont servi de corde pour réunir les deux extrémités d'une branche élastique dont ils ont fait leur arc; ils ont aiguisé d'autres petits cailloux pour en armer la fleche. Bientôt ils auront eu des filets, des radeaux, des canots, et s'en sont tenus là tant qu'ils n'ont formé que de petites nations composées de quelques familles, ou plutôt de parens issus d'une même famille, comme nous le voyons encore aujourd'hui chez les sauvages, qui veulent demeurer sauvages, et qui le peuvent, dans les lieux où l'espace libre ne leur manque pas plus que le gibier, le poisson, et les fruits. Mais dans tous ceux où l'espace s'est trouvé confiné par les eaux, ou resserré par les hautes montagnes, ces petites nations, devenues trop nombreuses, ont été forcées de partager leur terrain entre elles; et c'est de ce moment que la terre est devenue le domaine de l'homme : il en a pris possession par ses travaux de culture, et l'attachement à la patrie a suivi de très-près les premiers actes de sa propriété. L'intérêt particulier faisant partie de l'intérêt national, l'ordre, la police, et les lois ont dû succéder, et la société prendre de la consistance et des forces.

Néanmoins ces hommes, profondément affectés des calamités de leur premier état, et ayant encore sous leurs yeux les ravages des inondations, les incendies des volcans, les gouffres ouverts par les secousses de la terre, ont conservé un souvenir durable et presque éternel de ces malheurs du monde : l'idée qu'il doit périr par un déluge universel, ou par un embrasement général; le respect pour certaines montagnes [1] sur lesquelles ils s'étoient sauvés des inondations; l'horreur pour ces autres montagnes qui lançoient des feux plus terribles que ceux

1. Les montagnes en vénération dans l'Orient sont le mont Carmel et quelques endroits du Caucase; le mont Pirpangel au nord de l'Indostan; la montagne Pora dans la province d'Aracan; celle de Chaq-Pechan à la source du fleuve Sangari, chez les Tartares Mantcheoux, d'où les Chinois croient qu'est venu Fo-hi; le mont Altay à l'orient des sources du Selinga en Tartarie; le mont Pecha au nord-ouest de la Chine, etc. Celles qui étoient en horreur étoient les montagnes à volcan, parmi lesquelles on peut citer le mont Ararath, dont le nom même signifie *montagne de malheur*, parce qu'en effet cette montagne étoit un des plus grands volcans de l'Asie, comme cela se reconnoît encore aujourd'hui par sa forme et par les matières qui environnent son sommet, où l'on voit les cratères et les autres signes de ses anciennes éruptions. (*Add. Buff.*)

du tonnerre; la vue de ces combats de la terre contre le ciel, fondement de la fable des titans et de leurs assauts contre les dieux; l'opinion de l'existence réelle d'un être malfaisant, la crainte et la superstition qui en sont le premier produit; tous ces sentimens fondés sur la terreur se sont dès lors emparés à jamais du cœur et de l'esprit de l'homme : à peine est-il encore aujourd'hui rassuré par l'expérience des temps, par le calme qui a succédé à ces siècles d'orages, enfin par la connoissance des effets et des opérations de la nature; connoissance qui n'a pu s'acquérir qu'après l'établissement de quelque grande société dans des terres paisibles.

Ce n'est point en Afrique, ni dans les terres de l'Asie les plus avancées vers le midi, que les grandes sociétés ont pu d'abord se former; ces contrées étoient encore brûlantes et désertes : ce n'est point en Amérique, qui n'est évidemment, à l'exception de ses chaînes de montagnes, qu'une terre nouvelle; ce n'est pas même en Europe, qui n'a reçu que fort tard les lumières de l'Orient, que se sont établis les premiers hommes civilisés, puisqu'avant la fondation de Rome les contrées les plus heureuses de cette partie du monde, telles que l'Italie, la France, et l'Allemagne, n'étoient encore peuplées que d'hommes plus qu'à demi sauvages. Lisez Tacite, sur les mœurs des Germains; c'est le tableau de celles des Hurons, ou plutôt des habitudes de l'espèce humaine entière sortant de l'état de nature. C'est donc dans les contrées septentrionales de l'Asie que s'est élevée la tige des connoissances de l'homme, et c'est sur ce tronc de l'arbre de la science que s'est élevé le trone de sa puissance : plus il a su, plus il a pu; mais aussi moins il a fait, moins il a su. Tout cela suppose les hommes actifs dans un climat heureux, sous un ciel pur pour l'observer, sur une terre féconde pour la cultiver, dans une contrée privilégiée, à l'abri des inondations, éloignée des volcans, plus élevée et par conséquent plus anciennement tempérée que les autres. Or toutes ces conditions, toutes ces circonstances, se sont trouvées réunies dans le centre du continent de l'Asie, depuis le 40[e] degré de latitude jusqu'au 55[e]. Les fleuves qui portent les eaux dans la mer du nord, dans l'Océan oriental, dans les mers du midi et dans la Caspienne, partent également de cette région élevée qui fait aujourd'hui partie de la Sibérie méridionale et de la Tartarie. C'est dans cette terre plus élevée, plus solide que les autres, puisqu'elle leur sert de centre, et qu'elle est éloignée de près de cinq cents lieues de tous les océans; c'est dans cette contrée privilégiée que s'est formé le premier peuple digne de porter ce nom, digne de tous nos respects, comme créateur des sciences, des arts, et de toutes les institutions utiles. Cette vérité nous est également démontrée par les monumens de l'histoire naturelle et par les progrès presque inconcevables de l'ancienne astronomie. Comment des hommes si nouveaux ont-ils pu trouver la période *lunisolaire* de six cents ans [1]? Je me borne à ce seul fait, quoiqu'on puisse en citer beaucoup d'autres tout aussi merveilleux, et tout aussi constans. Ils savoient donc autant d'astronomie qu'en savoit de nos jours Dominique Cassini, qui le premier a démontré la réalité et l'exactitude de cette période de six cents ans; connoissance à laquelle ni les Chaldéens, ni les Égyptiens, ni les Grecs, ne sont pas arrivés; connoissance qui suppose celle des mouvemens précis de la lune et de la terre, et qui exige une grande perfection dans les instrumens nécessaires aux observations; connoissance qui ne peut s'acquérir qu'après avoir tout acquis, laquelle n'étant fondée que sur une longue suite de recherches, d'études, et de travaux astronomiques, suppose au moins deux ou trois mille ans de culture à l'esprit humain pour y parvenir.

Ce premier peuple a été très-heureux, puisqu'il est devenu très-savant; il a joui, pendant plusieurs siècles, de la paix, du repos, du loisir nécessaire à cette culture de l'esprit, de laquelle dépend le fruit de toutes les autres cultures. Pour se douter de la période de six cents ans, il falloit au moins douze cents ans d'observations; pour l'assurer comme fait certain, il en a fallu plus du double : voilà donc déjà trois mille ans d'études astronomiques; et nous n'en serons pas étonnés, puisqu'il a fallu ce même temps aux astronomes, en les comptant depuis les Chaldéens jusqu'à nous, pour reconnoître cette période; et ces premiers trois mille ans d'observations astronomiques n'ont-ils pas été nécessairement précédés de quelques siècles où la science n'étoit pas née? six mille ans, à compter de ce jour, sont-ils suffisans pour remonter à l'époque la plus noble de l'histoire de l'homme, et même pour le suivre dans les premiers progrès qu'il a faits dans les arts et dans les sciences?

Mais malheureusement elles ont été perdues, ces hautes et belles sciences; elles ne nous sont parvenues que par débris trop in-

1. Voyez les *Additions de Buffon*, page 346.

formes pour nous servir autrement qu'à reconnoître leur existence passée. L'invention de la formule d'après laquelle les brames calculent les éclipses suppose autant de science que la construction de nos éphémérides, et cependant ces mêmes brames n'ont pas la moindre idée de la composition de l'univers; ils n'en ont que de fausses sur le mouvement, la grandeur, et la position des planètes; ils calculent les éclipses sans en connoître la théorie, guidés comme des machines par une gamme fondée sur des formules savantes qu'ils ne comprennent pas, et que probablement leurs ancêtres n'ont point inventées, puisqu'ils n'ont rien perfectionné, et qu'ils n'ont pas transmis le moindre rayon de la science à leurs descendans : ces formules ne sont entre leurs mains que des méthodes de pratique; mais elles supposent des connoissances profondes dont ils n'ont pas les élémens, dont ils n'ont pas même conservé les moindres vestiges, et qui par conséquent ne leur ont jamais appartenu. Ces méthodes ne peuvent donc venir que de cet ancien peuple savant qui avoit réduit en formules les mouvemens des astres, et qui, par une longue suite d'observations, étoit parvenu non seulement à la prédiction des éclipses, mais à la connoissance bien plus difficile de la période de six cents ans, et de tous les faits astronomiques que cette connoissance exige et suppose nécessairement.

Je crois être fondé à dire que les brames n'ont pas imaginé ces formules savantes, puisque toutes leurs idées physiques sont contraires à la théorie dont les formules dépendent, et que s'ils eussent compris cette théorie même dans le temps qu'ils en ont reçu les résultats, ils eussent conservé la science, et ne se trouveroient pas réduits aujourd'hui à la plus grande ignorance, et livrés aux préjugés les plus ridicules sur le système du monde : car ils croient que la terre est immobile, et appuyée sur la cime d'une montagne d'or; ils pensent que la lune est éclipsée par des dragons aériens, que les planetes sont plus petites que la lune, etc. Il est donc évident qu'ils n'ont jamais eu les premiers élémens de la théorie astronomique, ni même la moindre connoissance des principes que supposent les méthodes dont ils se servent. Mais je dois renvoyer ici à l'excellent ouvrage que M. Bailly vient de publier sur l'ancienne astronomie, dans lequel il discute à fond tout ce qui est relatif à l'origine et au progrès de cette science : on verra que ses idées s'accordent avec les miennes; et d'ailleurs il a traité ce sujet important avec une sagacité de génie et une profondeur d'érudition qui méritent des éloges de tous ceux qui s'intéressent au progrès des sciences.

Les Chinois, un peu plus éclairés que les brames, calculent assez grossièrement les éclipses, et les calculent toujours de même depuis deux ou trois mille ans : puisqu'ils ne perfectionnent rien, ils n'ont jamais rien inventé; la science n'est donc pas plus née à la Chine qu'aux Indes. Quoique aussi voisins que les Indiens du premier peuple savant, les Chinois ne paroissent en avoir rien tiré; ils n'ont pas même ces formules astronomiques dont les brames ont conservé l'usage, et qui sont néanmoins les premiers et grands monumens du savoir et du bonheur de l'homme. Il ne paroît pas non plus que les Chaldéens, les Perses, les Égyptiens, et les Grecs, aient rien reçu de ce premier peuple éclairé; car, dans ces contrées du Levant, la nouvelle astronomie n'est due qu'à l'opiniâtre assiduité des observateurs chaldéens, et ensuite aux travaux des Grecs [1], qu'on ne doit dater que du temps de la fondation de l'école d'Alexandrie. Néanmoins cette science étoit encore bien imparfaite après deux mille ans de nouvelle culture, et même jusqu'à nos derniers siècles. Il me paroît donc certain que ce premier peuple, qui avoit inventé et cultivé si heureusement et si long-temps l'astronomie, n'en a laissé que des débris et quelques résultats qu'on pouvoit retenir de mémoire, comme celui de la période de six cents ans, que l'historien Josèphe nous a transmise sans la comprendre.

La perte des sciences, cette première plaie faite à l'humanité par la hache de la barbarie, fut sans doute l'effet d'une malheureuse révolution qui aura réduit peut-être en peu d'années l'ouvrage et les travaux de plusieurs siècles; car nous ne pouvons douter que ce premier peuple, aussi puissant d'abord que savant, ne se soit long-temps maintenu dans sa splendeur, puisqu'il a fait de si grands progrès dans les sciences, et par conséquent dans tous les arts qu'exige leur étude. Mais il y a toute apparence que quand les terres situées au nord de cette heureuse contrée ont été trop refroidies, les hommes qui les habitoient, encore ignorans, farouches, et barbares, auront reflué vers cette même contrée riche, abondante, et cultivée par les arts; il est même assez étonnant qu'ils s'en soient emparés, et qu'ils y

1. Voyez les *Additions de Buffon*, page 348.

aient détruit non seulement les germes, mais même la mémoire de toute science; en sorte que trente siècles d'ignorance ont peut-être suivi les trente siècles de lumières qui les avoient précédés. De tous ces beaux et premiers fruits de l'esprit humain il n'est resté que le marc; la métaphysique religieuse, ne pouvant être comprise, n'avoit pas besoin d'étude, et ne devoit ni s'altérer ni se perdre que faute de mémoire, laquelle ne manque jamais quand elle est frappée du merveilleux. Aussi cette métaphysique s'est-elle répandue de ce premier centre des sciences à toutes les parties du monde; les idoles de Calicut se sont trouvées les mêmes que celles de Séléginskoi. Les pelerinages vers le grand Lama, établis à plus de deux mille lieues de distance; l'idée de la métempsycose portée encore plus loin, adoptée comme article de foi par les Indiens, les Éthiopiens, les Atlantes; ces mêmes idées défigurées, reçues par les Chinois, les Perses, les Grecs, et parvenues jusqu'à nous, tout semble nous démontrer que la première souche et la tige commune des connoissances humaines appartient à cette terre de la haute Asie[1], et que les rameaux stériles ou dégénérés des nobles branches de cette ancienne souche se sont étendus dans toutes les parties de la terre chez les peuples civilisés.

Et que pouvons-nous dire de ces siècles de barbarie qui se sont écoulés en pure perte pour nous? ils sont ensevelis pour jamais dans une nuit profonde; l'homme d'alors, replongé dans les ténèbres de l'ignorance, a pour ainsi dire cessé d'être homme : car la grossièreté, suivie de l'oubli des devoirs, commence par relâcher les liens de la société, la barbarie achève de les rompre; les lois méprisées ou proscrites, les mœurs dégénérées en habitudes farouches; l'amour de l'humanité, quoique gravé en caractères sacrés, effacé dans les cœurs; l'homme enfin sans éducation, sans morale, réduit à mener une vie solitaire et sauvage, n'offre, au lieu de sa haute nature, que celle d'un être dégradé au dessous de l'animal.

Néanmoins, après la perte des sciences, les arts utiles auxquels elles avoient donné naissance se sont conservés : la culture de la terre devenue plus nécessaire à mesure que les hommes se trouvoient plus nombreux, plus serrés; toutes les pratiques qu'exige cette même culture, tous les arts que supposent la construction des édifices, la fabrication des idoles et des armes, la texture des étoffes, etc., ont survécu à la science; ils se sont répandus de proche en proche, perfectionnés de loin en loin; ils ont suivi le cours des grandes populations : l'ancien empire de la Chine s'est élevé le premier, et presque en même temps celui des Atlantes en Afrique; ceux du continent de l'Asie, celui de l'Égypte, d'Éthiopie, se sont successivement établis, et enfin celui de Rome, auquel notre Europe doit son existence civile. Ce n'est donc que depuis environ trente siècles que la puissance de l'homme s'est réunie à celle de la nature et s'est étendue sur la plus grande partie de la terre : les trésors de sa fécondité jusqu'alors étoient enfouis, l'homme les a mis au grand jour; ses autres richesses, encore plus profondément enterrées, n'ont pu se dérober à ses recherches, et sont devenues le prix de ses travaux. Partout, lorsqu'il s'est conduit avec sagesse, il a suivi les lois de la nature, profité de ses exemples, employé ses moyens, et choisi dans son immensité tous les objets qui pouvoient lui servir ou lui plaire. Par son intelligence les animaux ont été apprivoisés, subjugués, domptés, réduits à lui obéir à jamais; par ses travaux les marais ont été desséchés, les fleuves contenus, leurs cataractes effacées, les forêts éclaircies, les landes cultivées; par sa réflexion les temps ont été comptés, les espaces mesurés, les mouvemens célestes reconnus, combinés, représentés, le ciel et la terre comparés, l'univers agrandi, et le Créateur dignement adoré; par son art émané de la science les mers ont été traversées, les montagnes franchies, les peuples rapprochés, un nouveau monde découvert, mille autres terres isolées sont devenues son domaine; enfin la face entière de la terre porte aujourd'hui l'empreinte de la puissance de l'homme, laquelle, quoique subordonnée à celle de la nature, souvent a fait plus qu'elle, ou du moins l'a si merveilleusement secondée, que c'est à l'aide de nos mains qu'elle s'est développée dans toute son étendue, et qu'elle est arrivée par degrés au point de perfection et de magnificence où nous la voyons aujourd'hui.

Comparez en effet la nature brute à la nature cultivée[2]; comparez les petites na-

1. Les cultures, les arts, les bourgs épars dans cette région (dit le savant naturaliste M. Pallas), sont les restes encore vivans d'un empire ou d'une société florissante, dont l'histoire même est ensevelie avec ses cités, ses temples, ses armes, et ses monumens, dont on déterre à chaque pas d'énormes débris; ces peuplades sont les membres d'une énorme nation, à laquelle il manque une tête.

2. Voyez le discours qui a pour titre *de la Nature*, première Vue.

tions sauvages de l'Amérique avec nos grands peuples civilisés; comparez même celles de l'Afrique, qui ne le sont qu'à demi; voyez en même temps l'état des terres que ces nations habitent, vous jugerez aisément du peu de valeur de ces hommes par le peu d'impression que leurs mains ont faite sur leur sol. Soit stupidité, soit paresse, ces hommes à demi bruts, ces nations non policées, grandes ou petites, ne font que peser sur le globe sans soulager la terre, l'affamer sans la féconder, détruire sans édifier, tout user sans rien renouveler. Néanmoins la condition la plus méprisable de l'espèce humaine n'est pas celle du sauvage, mais celle de ces nations au quart policées qui de tout temps ont été les vrais fléaux de la nature humaine, et que les peuples civilisés ont encore peine à contenir aujourd'hui : ils ont, comme nous l'avons dit, ravagé la première terre heureuse, ils en ont arraché les germes du bonheur et détruit les fruits de la science. Et de combien d'autres invasions cette première irruption des barbares n'a-t-elle pas été suivie! C'est de ces mêmes contrées du nord, où se trouvoient autrefois tous les biens de l'espèce humaine, qu'ensuite sont venus tous ses maux. Combien n'a-t-on pas vu de ces débordemens d'animaux à face humaine, toujours venant du nord, ravager les terres du midi! Jetez les yeux sur les annales de tous les peuples, vous y compterez vingt siècles de désolation pour quelques années de paix et de repos.

Il a fallu six cents siècles à la nature pour construire ses grands ouvrages, pour attiédir la terre, pour en façonner la surface, et arriver à un état tranquille : combien n'en faudra-t-il pas pour que les hommes arrivent au même point et cessent de s'inquiéter, de s'agiter, et de s'entre-détruire? Quand reconnoîtront-ils que la jouissance paisible des terres de leur partie suffit à leur bonheur? Quand seront-ils assez sages pour rabattre de leurs prétentions, pour renoncer à des dominations imaginaires, à des possessions éloignées, souvent ruineuses, ou du moins plus à charge qu'utiles? L'empire de l'Espagne, aussi étendu que celui de la France en Europe, et dix fois plus grand en Amérique, est-il dix fois plus puissant? l'est-il même autant que si cette fière et grande nation se fût bornée à tirer de son heureuse terre tous les biens qu'elle pouvoit fournir? Les Anglois, ce peuple si sensé, si profondément pensant, n'ont-ils pas fait une grande faute en étendant trop loin les limites de leurs colonies? Les anciens me paroissent avoir eu des idées plus saines de ces établissemens; ils ne projetoient des émigrations que quand leur population les surchargeoit, et que leurs terres et leur commerce ne suffisoient plus à leurs besoins. Les invasions des barbares, qu'on regarde avec horreur, n'ont-elles pas eu des causes encore plus pressantes lorsqu'ils se sont trouvés trop serrés dans des terres ingrates, froides, et dénuées, et en même temps voisines d'autres terres cultivées, fécondes, et couvertes de tous les biens qui leur manquoient? Mais aussi que de sang ont coûté ces funestes conquêtes! que de malheurs, que de pertes les ont accompagnées et suivies!

Ne nous arrêtons pas plus long-temps sur le triste spectacle de ces révolutions de mort et de dévastation, toutes produites par l'ignorance; espérons que l'équilibre, quoique imparfait, qui se trouve actuellement entre les puissances des peuples civilisés se maintiendra, et pourra même devenir plus stable à mesure que les hommes sentiront mieux leurs véritables intérêts, qu'ils reconnoîtront le prix de la paix et du bonheur tranquille, qu'ils en feront le seul objet de leur ambition, que les princes dédaigneront la fausse gloire des conquérans, et mépriseront la petite vanité de ceux qui, pour jouer un rôle, les excitent à de grands mouvemens.

Supposons donc le monde en paix, et voyons de plus près combien la puissance de l'homme pourroit influer sur celle de la nature. Rien ne paroît plus difficile, pour ne pas dire impossible, que de s'opposer au refroidissement successif de la terre, et de réchauffer la température d'un climat; cependant l'homme le peut faire et l'a fait. Paris et Québec sont à peu près sous la même latitude et à la même élévation sur le globe : Paris seroit donc aussi froid que Québec si la France et toutes les contrées qui l'avoisinent étoient aussi dépourvues d'hommes, aussi couvertes de bois, aussi baignées par les eaux, que le sont les terres voisines du Canada. Assainir, défricher, et peupler un pays, c'est lui rendre de la chaleur pour plusieurs milliers d'années; et ceci prévient la seule objection raisonnable que l'on puisse faire contre mon opinion, ou, pour mieux dire, contre le fait réel du refroidissement de la terre.

Selon votre système, me dira-t-on, toute la terre doit être plus froide aujourd'hui qu'elle ne l'étoit il y a deux mille ans; or la tradition semble nous prouver le contraire. Les Gaules et la Germanie nourrissoient des élans, des loups-cerviers, des ours, et d'au-

tres animaux qui se sont retirés depuis dans les pays septentrionaux : cette progression est bien différente de celle que vous leur supposez du nord au midi. D'ailleurs l'histoire nous apprend que tous les ans la rivière de Seine étoit ordinairement glacée pendant une partie de l'hiver : ces faits ne paroissent-ils pas être directement opposés au prétendu refroidissement successif du globe? Ils le seroient, je l'avoue, si la France et l'Allemagne d'aujourd'hui étoient semblables à la Gaule et la Germanie; si l'on n'eût pas abattu les forêts, desséché les marais, contenu les torrens, dirigé les fleuves, et défriché toutes les terres trop couvertes et surchargées des débris mêmes de leurs productions. Mais ne doit-on pas considérer que la déperdition de la chaleur du globe se fait d'une manière insensible; qu'il a fallu soixante-seize mille ans pour l'attiédir au point de la température actuelle, et que, dans soixante-seize autres mille ans, il ne sera pas encore assez refroidi pour que la chaleur particulière de la nature vivante y soit anéantie? Ne faut-il pas comparer ensuite à ce refroidissement si lent le froid prompt et subit qui nous arrive des régions de l'air, se rappeler qu'il n'y a néanmoins qu'un trente-deuxième de différence entre le plus grand chaud de nos étés et le plus grand froid de nos hivers, et l'on sentira déjà que les causes extérieures influent beaucoup plus que la cause intérieure sur la température de chaque climat, et que, dans tous ceux où le froid de la région supérieure de l'air est attiré par l'humidité ou poussé par les vents qui le rabattent vers la surface de la terre, les effets de ces causes particulières l'emportent de beaucoup sur le produit de la cause générale? Nous pouvons en donner un exemple qui ne laissera aucun doute sur ce sujet, et qui prévient en même temps toute objection de cette espèce.

Dans l'immense étendue des terres de la Guiane, qui ne sont que des forêts épaisses où le soleil peut à peine pénétrer, où les eaux répandues occupent de grands espaces, où les fleuves, très-voisins les uns des autres, ne sont ni contenus ni dirigés, où il pleut continuellement pendant huit mois de l'année, l'on a commencé seulement depuis un siècle à défricher autour de Cayenne un très-petit canton de ces vastes forêts; et déjà la différence de température, dans cette petite étendue de terrain défriché, est si sensible, qu'on y éprouve trop de chaleur, même pendant la nuit, tandis que, dans toutes les autres terres couvertes de bois, il fait assez froid la nuit pour qu'on soit forcé d'allumer du feu. Il en est de même de la quantité et de la continuité des pluies : elles cessent plus tôt et commencent plus tard à Cayenne que dans l'intérieur des terres; elles sont aussi moins abondantes et moins continues. Il y a quatre mois de sécheresse absolue à Cayenne, au lieu que, dans l'intérieur du pays, la saison sèche ne dure que trois mois, et encore y pleut-il tous les jours par un orage assez violent qu'on appelle *le grain de midi*, parce que c'est vers le milieu du jour que cet orage se forme : de plus, il ne tonne presque jamais à Cayenne, tandis que les tonnerres sont violens et très-fréquens dans l'intérieur du pays, où les nuages sont noirs, épais, et très-bas. Ces faits, qui sont certains, ne démontrent-ils pas qu'on feroit cesser ces pluies continuelles de huit mois, et qu'on augmenteroit prodigieusement la chaleur dans toute cette contrée, si l'on détruisoit les forêts qui la couvrent, si l'on y resserroit les eaux en dirigeant les fleuves, et si la culture de la terre, qui suppose le mouvement et le grand nombre des animaux et des hommes, chassoit l'humidité froide et superflue que le nombre infiniment trop grand des végétaux attire, entretient, et répand?

Comme tout mouvement, toute action, produit de la chaleur, et que tous les êtres doués du mouvement progressif sont eux-mêmes autant de petits foyers de chaleur, c'est de la proportion du nombre des hommes et des animaux à celui des végétaux que dépend (toutes choses égales d'ailleurs) la température locale de chaque terre en particulier; les premiers répandent de la chaleur, les seconds ne produisent que de l'humidité. L'usage habituel que l'homme fait du feu ajoute beaucoup à cette température artificielle dans tous les lieux où il habite en nombre. A Paris, dans les grands froids, les thermomètres au faubourg Saint-Honoré marquent 2 ou 3 degrés de froid de plus qu'au faubourg Saint-Marceau, parce que le vent du nord se tempère en passant sur les cheminées de cette grande ville. Une seule forêt de plus ou de moins dans un pays suffit pour en changer la température : tant que les arbres sont sur pied, ils attirent le froid, ils diminuent par leur ombrage la chaleur du soleil; ils produisent des vapeurs humides qui forment des nuages et retombent en pluie d'autant plus froide qu'elle descend de plus haut : et si ces forêts sont abandonnées à la seule nature, ces mêmes arbres, tombés de vétusté, pourris-

sent froidement sur la terre, tandis qu'entre les mains de l'homme ils servent d'aliment à l'élément du feu, et deviennent les causes secondaires de toute chaleur particulière. Dans les pays de prairie, avant la récolte des herbes, on a toujours des rosées abondantes, et très-souvent de petites pluies qui cessent dès que ces herbes sont levées. Ces petites pluies deviendroient donc plus abondantes, et ne cesseroient pas, si nos prairies, comme les savanes de l'Amérique, étoient toujours couvertes d'une même quantité d'herbes, qui, loin de diminuer, ne peut qu'augmenter par l'engrais de toutes celles qui se dessèchent et pourrissent sur la terre.

Je donnerois aisément plusieurs autres exemples qui tous concourent à démontrer que l'homme peut modifier les influences du climat qu'il habite, et en fixer, pour ainsi dire, la température au point qui lui convient. Et ce qu'il y a de singulier, c'est qu'il lui seroit plus difficile de refroidir la terre que de la réchauffer : maître de l'élément du feu, qu'il peut augmenter et propager à son gré, il ne l'est pas de l'élément du froid, qu'il ne peut saisir ni communiquer. Le principe du froid n'est pas même une substance reelle, mais une simple privation, ou plutôt une diminution de chaleur, diminution qui doit être très-grande dans les hautes régions de l'air, et qui l'est assez à une lieue de distance de la terre pour y convertir en grêle et en neige les vapeurs aqueuses; car les émanations de la chaleur propre du globe suivent la même loi que toutes les autres quantités ou qualités physiques qui partent d'un centre commun; et leur intensité décroissant en raison inverse du carré de la distance, il paroît certain qu'il fait quatre fois plus froid à deux lieues qu'à une lieue de hauteur dans notre atmosphere, en prenant chaque point de la surface de la terre pour centre. D'autre part, la chaleur intérieure du globe est constante, dans toutes les saisons, à 10 degrés au dessus de la congélation; ainsi tout froid plus grand, ou plutôt toute chaleur moindre de 10 degrés, ne peut arriver sur la terre que par la chute des matières refroidies dans la région supérieure de l'air, où les effets de cette chaleur propre du globe diminuent d'autant plus qu'on s'élève plus haut. Or la puissance de l'homme ne s'étend pas si loin; il ne peut faire descendre le froid comme il fait monter le chaud; il n'a d'autre moyen pour se garantir de la trop grande ardeur du soleil que de créer de l'ombre : mais il est bien plus aisé d'abattre des forêts à la Guiane pour en réchauffer la terre humide que d'en planter en Arabie pour en rafraîchir les sables arides; cependant une seule forêt dans le milieu de ces déserts brûlans suffiroit pour les tempérer, pour y ramener les eaux du ciel, pour rendre à la terre tous les principes de sa fécondité, et par conséquent pour y faire jouir l'homme de toutes les douceurs d'un climat tempéré.

C'est de la différence de température que dépend la plus ou moins grande énergie de la nature; l'accroissement, le développement, et la production même de tous les êtres organisés, ne sont que des effets particuliers de cette cause générale : ainsi l'homme en la modifiant peut en même temps détruire ce qui lui nuit, et faire éclore tout ce qui lui convient. Heureuses les contrées où tous les élémens de la température se trouvent balancés, et assez avantageusement combinés pour n'opérer que de bons effets! Mais en est-il aucune qui, dès son origine, ait eu ce privilége? aucune où la puissance de l'homme n'ait pas secondé celle de la nature, soit en attirant ou détournant les eaux, soit en détruisant les herbes inutiles et les végétaux nuisibles ou superflus, soit en se conciliant les animaux utiles et les multipliant? Sur trois cents espèces d'animaux quadrupèdes et quinze cents espèces d'oiseaux qui peuplent la surface de la terre, l'homme en a choisi dix-neuf ou vingt [1]; et ces vingt espèces figurent seules plus grandement dans la nature, et font plus de bien sur la terre, que toutes les autres espèces réunies. Elles figurent plus grandement, parce qu'elles sont dirigées par l'homme, et qu'il les a prodigieusement multipliées : elles opèrent de concert avec lui tout le bien qu'on peut attendre d'une sage administration de forces et de puissance pour la culture de la terre, pour le transport et le commerce de ses productions, pour l'augmentation des subsistances; en un mot, pour tous les besoins, et même pour les plaisirs d'un seul maître qui puisse payer leurs services par ses soins.

Et dans ce petit nombre d'espèces d'animaux dont l'homme a fait choix, celles de la poule et du cochon, qui sont les plus fécondes, sont aussi les plus généralement

1. L'éléphant, le chameau, le cheval, l'âne, le bœuf, la brebis, la chèvre, le cochon, le chien, le chat, le lama, la vigogne, le buffle. Les poules, les oies, les dindons, les canards, les paons, les faisans, les pigeons.

répandues, comme si l'aptitude à la plus grande multiplication étoit accompagnée de cette vigueur de tempérament qui brave tous les inconvéniens. On a trouvé la poule et le cochon dans les parties les moins fréquentées de la terre, à Otahiti, et dans les autres îles de tout temps inconnues et les plus éloignées des continens : il semble que ces espèces aient suivi celle de l'homme dans toutes ses migrations. Dans le continent isolé de l'Amérique méridionale, où nul de nos animaux n'a pu pénétrer, on a trouvé le pécari et la poule sauvage, qui, quoique plus petits et un peu différens du cochon et de la poule de notre continent, doivent néanmoins être regardés comme espèces très-voisines, qu'on pourroit de même réduire en domesticité : mais l'homme sauvage n'ayant point d'idée de la société n'a pas même cherché celle des animaux. Dans toutes les terres de l'Amérique méridionale, les sauvages n'ont point d'animaux domestiques; ils détruisent indifféremment les bonnes espèces comme les mauvaises; ils ne font choix d'aucune pour les élever et les multiplier, tandis qu'une seule espèce féconde, comme celle du *hocco* [1], qu'ils ont sous la main, leur fourniroit sans peine, et seulement avec un peu de soin, plus de subsistances qu'ils ne peuvent s'en procurer par leurs chasses pénibles.

Aussi le premier trait de l'homme qui commence à se civiliser est l'empire qu'il sait prendre sur les animaux; et ce premier trait de son intelligence devient ensuite le plus grand caractère de sa puissance sur la nature : car ce n'est qu'après se les être soumis qu'il a, par leur secours, changé la face de la terre, converti les déserts en guérets et les bruyères en épis. En multipliant les espèces utiles d'animaux, l'homme augmente sur la terre la quantité de mouvement et de vie; il ennoblit en même temps la suite entière des êtres, et s'ennoblit lui-même, en transformant le végétal en animal, et tous deux en sa propre substance, qui se répand ensuite par une nombreuse multiplication : partout il produit l'abondance, toujours suivie de la grande population; des millions d'hommes existent dans le même espace qu'occupoient autrefois deux ou trois cents sauvages, des milliers d'animaux où il y avoit à peine quelques individus; par lui et pour lui les germes précieux sont les seuls développés, les productions de la classe la plus noble les seules cultivées; sur l'arbre immense de la fécondité les branches à fruit seules subsistantes et toutes perfectionnées.

Le grain dont l'homme fait son pain n'est point un don de la nature, mais le grand, l'utile fruit de ses recherches et de son intelligence dans le premier des arts; nulle part sur la terre on n'a trouvé de blé sauvage, et c'est évidemment une herbe perfectionnée par ses soins : il a donc fallu reconnoître et choisir entre mille et mille autres cette herbe précieuse; il a fallu la semer, la recueillir nombre de fois pour s'apercevoir de sa multiplication, toujours proportionnée à la culture et à l'engrais des terres. Et cette propriété, pour ainsi dire unique, qu'a le froment de résister, dans son premier âge, au froid de nos hivers, quoique soumis, comme toutes les plantes annuelles, à périr après avoir donné sa graine; et la qualité merveilleuse de cette graine, qui convient à tous les hommes, à tous les animaux, à presque tous les climats, qui d'ailleurs se conserve long-temps sans altération, sans perdre la puissance de se reproduire; tout nous démontre que c'est la plus heureuse découverte que l'homme ait jamais faite, et que, quelque ancienne qu'on veuille la supposer, elle a néanmoins été précédée de l'art de l'agriculture, fondé sur la science et perfectionné par l'observation.

Si l'on veut des exemples plus modernes et même récens de la puissance de l'homme sur la nature des végétaux, il n'y a qu'à comparer nos légumes, nos fleurs, et nos fruits, avec les mêmes espèces telles qu'elles étoient il y a cent cinquante ans : cette comparaison peut se faire immédiatement et très-précisément en parcourant des yeux la grande collection de dessins coloriés, commencée dès le temps de Gaston d'Orléans, et qui se continue encore aujourd'hui au Jardin du Roi : on y verra peut-être avec surprise que les plus belles fleurs de ce temps, renoncules, œillets, tulipes, oreilles-d'ours, etc., seroient rejetées aujourd'hui, je ne dis pas par nos fleuristes, mais par les jardiniers de village. Ces fleurs, quoique déjà cultivées alors, n'étoient pas encore bien loin de leur état de nature : un simple rang de pétales, de longs pistils, et des couleurs dures ou fausses, sans velouté, sans variété, sans nuances, tous caractères agrestes de la nature sauvage. Dans les plantes potagères, une seule espèce de chicorée et deux sortes de laitues, toutes deux assez mauvaises; tandis qu'aujourd'hui nous pouvons compter plus de cinquante laitues et

1. Gros oiseau très-fécond, et dont la chair est aussi bonne que celle du faisan.

chicorées, toutes très-bonnes au goût. Nous pouvons de même donner la date très-moderne de nos meilleurs fruits à pepin et à noyau, tous différens de ceux des anciens, auxquels ils ne ressemblent que de nom. D'ordinaire les choses restent, et les noms changent avec le temps; ici c'est le contraire, les noms sont demeurés et les choses ont changé : nos pêches, nos abricots, nos poires, sont des productions nouvelles auxquelles on a conservé les vieux noms des productions antérieures. Pour n'en pas douter, il ne faut que comparer nos fleurs et nos fruits avec les descriptions ou plutôt les notices que les auteurs grecs et latins nous en ont laissées; toutes leurs fleurs étoient simples, et tous leurs arbres fruitiers n'étoient que des sauvageons assez mal choisis dans chaque genre, dont les petits fruits, âpres ou secs, n'avoient ni la saveur ni la beauté des nôtres.

Ce n'est pas qu'il y ait aucune de ces bonnes et nouvelles espèces qui ne soit originairement issue d'un sauvageon; mais combien de fois n'a-t-il pas fallu que l'homme ait tenté la nature pour en obtenir ces espèces excellentes! combien de milliers de germes n'a-t-il pas été obligé de confier à la terre pour qu'elle les ait enfin produits! ce n'est qu'en semant, élevant, cultivant, et mettant à fruit un nombre presque infini de végétaux de la même espèce, qu'il a pu reconnoître quelques individus portant des fruits plus doux et meilleurs que les autres : et cette première découverte, qui suppose déjà tant de soins, seroit encore demeurée stérile à jamais s'il n'en eût fait une seconde, qui suppose autant de génie que la première exigeoit de patience; c'est d'avoir trouvé le moyen de multiplier par la greffe ces individus précieux qui malheureusement ne peuvent faire une lignée aussi noble qu'eux, ni propager par eux-mêmes leurs excellentes qualités : et cela seul prouve que ce ne sont en effet que des qualités purement individuelles, et non des propriétés spécifiques; car les pepins ou noyaux de ces excellens fruits ne produisent, comme les autres, que de simples sauvageons, et par conséquent ils ne forment pas des espèces qui en soient essentiellement différentes : mais, au moyen de la greffe, l'homme a, pour ainsi dire, créé des espèces secondaires qu'il peut propager et multiplier à son gré. Le bouton ou la petite branche qu'il joint au sauvageon renferme cette qualité individuelle qui ne peut se transmettre par la graine, et qui n'a besoin que de se développer pour produire les mêmes fruits que l'individu dont on les a séparés pour les unir au sauvageon, lequel ne leur communique aucune de ces mauvaises qualités, parce qu'il n'a pas contribué à leur formation, qu'il n'est pas une mère, mais une simple nourrice qni ne sert qu'à leur développement par la nutrition.

Dans les animaux, la plupart des qualités qui paroissent individuelles ne laissent pas de se transmettre et de se propager par la même voie que les propriétés spécifiques : il étoit donc plus facile à l'homme d'influer sur la nature des animaux que sur celle des végétaux. Les races, dans chaque espèce d'animal, ne sont que des variétés constantes, qui se perpétuent par la génération, au lieu que, dans les espèces végétales, il n'y a point de races, point de variétés assez constantes pour être perpétuées par la reproduction. Dans les seules espèces de la poule et du pigeon, l'on a fait naître très-récemment de nouvelles races en grand nombre, qui toutes peuvent se propager d'elles-mêmes : tous les jours, dans les autres espèces, on relève, on ennoblit les races en les croisant; de temps en temps on acclimate, on civilise quelques espèces étrangères ou sauvages. Tous ces exemples modernes et récens prouvent que l'homme n'a connu que tard l'étendue de sa puissance, et que même il ne la connoît pas encore assez; elle dépend en entier de l'exercice de son intelligence : ainsi plus il observera, plus il cultivera la nature, plus il aura de moyens pour se la soumettre, et de facilités pour tirer de son sein des richesses nouvelles, sans diminuer les trésors de son inépuisable fécondité.

Et que ne pourroit-il pas sur lui-même, je veux dire sur sa propre espèce, si la volonté étoit toujours dirigée par l'intelligence! Qui sait jusqu'à quel point l'homme pourroit perfectionner sa nature, soit au moral, soit au physique? Y a-t-il une seule nation qui puisse se vanter d'être arrivée au meilleur gouvernement possible, qui seroit de rendre tous les hommes non pas également heureux, mais moins inégalement malheureux, en veillant à leur conservation, à l'épargne de leurs sueurs et de leur sang par la paix, par l'abondance des subsistances, par les aisances de la vie, et les facilités pour leur propagation? Voilà le but moral de toute société qui cherche à s'améliorer. Et, pour le physique, la médecine et les autres arts dont l'objet est de nous conserver sont-ils aussi avancés, aussi

connus, que les arts destructeurs enfantés par la guerre? Il semble que de tout temps l'homme ait fait moins de réflexions sur le bien que de recherches pour le mal : toute société est mêlée de l'un et de l'autre; et comme de tous les sentimens qui affectent la multitude, la crainte est le plus puissant, les grands talens dans l'art de faire du mal ont été les premiers qui aient frappé l'esprit de l'homme; ensuite ceux qui l'ont amusé ont occupé son cœur; et ce n'est qu'après un trop long usage de ces deux moyens de faux honneur et de plaisir stérile qu'enfin il a reconnu que sa vraie gloire est la science, et la paix son vrai bonheur.

ADDITIONS DE BUFFON.

(*Sur la page* 323.)

La période de six cents ans dont Josèphe dit que se servoient les anciens patriarches avant le déluge est une des plus belles et des plus exactes que l'on ait jamais inventées. Il est de fait que, prenant *le mois lunaire de* 29 *jours* 12 *heures* 44 *minutes* 3 *secondes*, on trouve que 219 mille 146 jours 1/2 *font* 7 *mille* 421 *mois lunaires ; et ce même nombre de* 219 *mille* 146 *jours* 1/2 *donne* 600 *années solaires, chacune de* 365 *jours* 5 *heures* 51 *minutes* 36 *secondes*, d'où résulte le mois lunaire à une seconde près, tel que les astronomes modernes l'ont déterminé, et l'année solaire plus juste qu'Hipparque et Ptolémée ne l'ont donnée plus de deux mille ans après le déluge. Josèphe a cité, comme ses garans, Manéthon, Bérose, et plusieurs autres anciens auteurs dont les écrits sont perdus il y a long-temps... Quel que soit le fondement sur lequel Josèphe a parlé de cette période, il faut qu'il y ait eu réellement et de temps immémorial une telle période ou grande année, qu'on avoit oubliée depuis plusieurs siècles, puisque les astronomes qui sont venus après cet historien s'en seroient servis préférablement à d'autres hypothèses moins exactes pour la détermination de l'année solaire et du mois lunaire, s'ils l'avoient connue, ou s'en seroient fait honneur, s'ils l'avoient imaginée.

« Il est constant, dit le savant astronome Dominique Cassini, que dès le premier âge du monde, les hommes avoient déjà fait de grands progrès dans la science du mouvement des astres : on pourroit même avancer qu'ils en avoient beaucoup plus de connoissances que l'on n'en a eu long-temps depuis le déluge, s'il est bien vrai que l'année dont les anciens patriarches se servoient fût de la grandeur de celles qui composent la grande période de six cents ans dont il est fait mention dans les antiquités des Juifs, écrites par Josèphe. Nous ne trouvons dans les monumens qui nous restent de toutes les autres nations aucun vestige de cette période de six cents ans, qui est une des plus belles que l'on ait encore inventées. »

M. Cassini s'en rapporte, comme on voit, à Josèphe, et Josèphe avoit pour garans les historiographes égyptiens, babyloniens, phéniciens, et grecs; Manéthon, Bérose, Mochus, Hestiéus, Jérôme l'Égyptien, Hésiode, Hécatée, etc., dont les écrits pouvoient subsister et subsistoient vraisemblablement de son temps.

Or, cela posé, et quoi qu'on puisse opposer au témoignage de ces auteurs, M. de Mairan dit, avec raison, que l'incompétence des juges ou des témoins ne sauroit avoir lieu ici. Le fait dépose par lui-même son authenticité : il suffit qu'une semblable période ait été nommée, il suffit qu'elle ait existé, pour qu'on soit en droit d'en conclure qu'il aura donc aussi existé des siècles d'observations et en grand nombre, qui l'ont précédée; que l'oubli dont elle fut suivie est aussi bien ancien, car on doit regarder comme temps d'oubli tout celui où l'on a ignoré la justesse de cette période, et où l'on a dédaigné d'en approfondir les élémens et de s'en servir pour rectifier la théorie des mouvemens célestes, et où l'on s'est avisé d'y en substituer de moins exactes. Donc, si Hipparque, Méton, Pythagore, Thalès, et tous les anciens astronomes de la Grece, ont ignoré la période de six cents ans, on est fondé à dire qu'elle étoit oubliée non seulement chez les Grecs, mais aussi en Égypte, dans la Phénicie, et dans la Chaldée, où les Grecs avoient tous été puiser leur grand savoir en astronomie.

(*Sur la page* 326.)

Les astronomes et les philosophes grecs avoient puisé en Égypte et aux Indes la plus grande partie de leurs connoissances. Les Grecs étoient donc des gens très-nouveaux en astronomie en comparaison des Indiens, des Chinois, et des Atlantes habitans de l'Afrique occidentale; Uranus et Atlas chez ces derniers peuples, Fo-hi à la Chine, Mercure en Égypte, Zoroastre en Perse, etc.

Les Atlantes, chez qui régnoit Atlas, paroissent être les plus anciens peuples de l'A-

frique, et beaucoup plus anciens que les Égyptiens. La théogonie des Atlantes, rapportée par Diodore de Sicile, s'est probablement introduite en Égypte, en Éthiopie, et en Phénicie, dans le temps de cette grande irruption dont il est parlé dans le *Timée* de Platon, d'un peuple innombrable qui sortit de l'île Atlantide et se jeta sur une grande partie de l'Europe, de l'Asie, et de l'Afrique.

Dans l'occident de l'Asie, dans l'Europe, dans l'Afrique, tout est fondé sur les connoissances des Atlantes, tandis que les peuples orientaux, chaldéens, indiens, et chinois, n'ont été instruits que plus tard, et ont toujours formé des peuples qui n'ont pas eu de relation avec les Atlantes, dont l'irruption est plus ancienne que la première date d'aucun de ces derniers peuples.

Atlas, fils d'Uranus et frère de Saturne, vivoit, selon Manéthon et Dicéarque, 3 mille 900 ans environ avant l'ère chrétienne.

Quoique Diogène-Laërce, Hérodote, Diodore de Sicile, Pomponius Mela, etc., donnent à l'âge d'Uranus, les uns 48 mille 860 ans, les autres 23 mille ans, etc., cela n'empêche pas qu'en réduisant ces années à la vraie mesure du temps dont on se servoit dans différens siècles chez ces peuples, ces mesures ne reviennent au même, c'est-à-dire à 3 mille 890 ans avant l'ère chrétienne.

Le temps du déluge, selon les Septante, a été 2 mille 256 ans après la création.

L'astronomie a été cultivée en Égypte plus de trois mille ans avant l'ère chrétienne; on peut le démontrer par ce que rapporte Ptolémée sur le lever héliaque de Sirius : ce lever de Sirius étoit très-important chez les Égyptiens, parce qu'il annonçoit le débordement du Nil.

Les Chaldéens paroissent plus nouveaux dans la carriere astronomique que les Égyptiens.

Les Égyptiens connoissoient le mouvement du soleil plus de 3 mille ans avant Jésus-Christ, et les Chaldéens plus de 2 mille 473 ans.

Il y avoit chez les Phrygiens un temple dédié à Hercule qui paroit avoir été fondé 2 mille 800 ans avant l'ère chrétienne, et l'on sait qu'Hercule a été dans l'antiquité l'emblême du soleil.

On peut aussi dater les connoissances astronomiques chez les anciens Perses plus de 3 mille 200 ans avant Jésus-Christ.

L'astronomie chez les Indiens est tout aussi ancienne; ils admettent quatre âges, et c'est au commencement du quatrième qu'est liée leur première époque astronomique : cet âge duroit en 1762 depuis 4 mille 863 ans, ce qui remonte à l'année 3102 avant Jésus-Christ. Ce dernier âge des Indiens est réellement composé d'années solaires : mais les trois autres, dont le premier est de 1 million 728 mille années, le second de 1 million 296 mille, et le troisieme de 864 mille années, sont évidemment composés d'années ou plutôt de révolutions de temps beaucoup plus courtes que les années solaires.

Il est aussi démontré par les époques astronomiques que les Chinois avoient cultivé l'astronomie plus de 3 mille ans avant Jésus-Christ, et dès le temps de Fo-hi.

Il y a donc une espèce de niveau entre ces peuples égyptiens, chaldéens ou perses, indiens, chinois, et tartares. Ils ne s'élèvent pas plus les uns que les autres dans l'antiquité, et cette époque remarquable de trois mille ans d'ancienneté pour l'astronomie est à peu près la même partout.

« Ceux qui résident depuis long-temps dans la Pensylvanie et dans les colonies voisines ont observé, dit M. Hugues Williamson, que leur climat a considérablement changé depuis quarante ou cinquante ans, et que les hivers ne sont point aussi froids.....

« La température de l'air dans la Pensylvanie est différente de celle des contrées de l'Europe situées sous le même parallèle. Pour juger de la chaleur d'un pays, il faut non seulement avoir égard à sa latitude, mais encore à sa situation et aux vents qui ont coutume d'y régner, puisque ceux-ci ne sauroient changer sans que le climat change aussi. La face d'un pays peut être entièrement métamorphosée par la culture; et l'on se convaincra, en examinant la cause des vents, que leur cours peut pareillement prendre de nouvelles directions.....

« Depuis l'établissement de nos colonies, continue M. Williamson, nous sommes parvenus non seulement à donner plus de chaleur au terrain des cantons habités, mais encore à changer en partie la direction des vents. Les marins, qui sont les plus intéressés à cette affaire, nous ont dit qu'il leur falloit autrefois quatre ou cinq semaines pour aborder sur nos côtes, tandis qu'aujourd'hui ils y abordent avec la moitié moins de temps. On convient encore que le froid est moins rude, la neige moins abondante et moins continue qu'elle ne l'a jamais été, depuis que nous sommes établis dans cette province.....

« Il y a plusieurs autres causes qui peuvent augmenter et diminuer la chaleur de l'air; mais on ne sauroit m'alléguer cependant un seul exemple du changement de climat, qu'on ne puisse attribuer au défrichement du pays où il a lieu. On m'objectera celui qui est arrivé depuis dix-sept cents ans dans l'Italie et dans quelques contrées de l'Orient, comme une exception à cette règle générale. On nous dit que l'Italie étoit mieux cultivée du temps d'Auguste qu'elle ne l'est aujourd'hui, et que cependant le climat y est beaucoup plus tempéré.... Il est vrai que l'hiver étoit plus rude en Italie il y a dix-sept cents ans qu'il ne l'est aujourd'hui.... mais on peut en attribuer la cause aux vastes forêts dont l'Allemagne, qui est au nord de Rome, étoit couverte dans ces temps là.... Il s'élevoit de ces déserts incultes des vents du nord perçans, qui se répandoient comme un torrent dans l'Italie, et y causoient un froid excessif... et l'air étoit autrefois si froid dans ces régions incultes, qu'il devoit détruire la balance dans l'atmosphère de l'Italie, ce qui n'est plus de nos jours....

« On peut donc raisonnablement conclure que dans quelques années d'ici, et lorsque nos descendans auront défriché la partie intérieure de ce pays, ils ne seront presque plus sujets à la gelée ni à la neige, et que leurs hivers seront extrêmement tempérés. »

Ces vues de M. Williamson sont très-justes, et je ne doute pas que notre postérité ne les voie confirmées par l'expérience.

EXPLICATION DE LA CARTE GÉOGRAPHIQUE.

Cette carte représente les deux parties polaires du globe depuis le 45e degré de latitude : on y a marqué les glaces tant flottantes que fixes, aux points où elles ont été reconnues par les navigateurs.

Dans celle du pôle arctique, on voit les glaces flottantes trouvées par Barents à 70 degrés de latitude, près du détroit de Waigats, et les glaces immobiles qu'il trouva à 77 et 78 degrés de latitude à l'ouest de ce détroit, qui est aujourd'hui entièrement obstrué par les glaces. On a aussi indiqué le grand banc de glaces immobiles reconnues par Wood, entre le Spitzberg et la Nouvelle-Zemble, et celui qui se trouve entre le Spitzberg et le Groenland, que les vaisseaux de la pêche de la baleine rencontrent constamment à la hauteur de 77 ou 78 degrés, et qu'ils nomment *le banc de l'Ouest*, en le voyant s'étendre sans bornes de ce côté, et vraisemblablement jusqu'aux côtes du *vieux Groenland*, qu'on sait être aujourd'hui perdues dans les glaces. La route du capitaine Phipps est marquée sur cette carte avec la continuité des glaces qui l'ont arrêté au nord et à l'ouest du Spitzberg.

On a aussi tracé sur cette carte les glaces flottantes rencontrées par Ellis dès le 58 ou 59e degré, à l'est du cap *Farewell;* celles que Forbisher trouva dans son détroit, qui est actuellement obstrué, et celles qu'il vit à 62 degrés vers la côte de Labrador; celles que rencontra Baffin dans la baie de son nom par les 72 et 73e degrés, et celles qui se trouvent dans la baie d'Hudson dès le 63e degré, selon Ellis, et dont le *Welcome* est quelquefois couvert; celles de la baie de *Repulse*, qui en est remplie, selon Middleton. On y voit aussi celles dont presque en tout temps le détroit de Davis est obstrué, et celles qui souvent assiégent celui d'Hudson, quoique plus méridional de 6 ou 7 degrés. L'île *Baëren*, ou *île aux Ours*, qui est au dessous du Spitzberg à 74 degrés, se voit ici au milieu des glaces flottantes. L'île de *Jean de Mayen*, située près du vieux Groenland, à 70 degrés 1/2, est engagée dans les glaces par ses côtes occidentales.

On a aussi désigné sur cette carte les glaces flottantes le long des côtes de la Sibérie et aux embouchures de toutes les grandes rivières qui arrivent à cette mer glaciale, depuis l'*Irtisch* joint à l'*Oby*, jusqu'au fleuve *Kolima :* ces glaces flottantes incommodent la navigation, et dans quelques endroits la rendent impraticable. Le banc de la glace solide du pôle descend déjà à 76 degrés sur le cap *Piasida*, et engage cette pointe de terre, qui n'a pu être doublée ni par l'ouest du côté de l'Oby, ni par l'est du côté de la *Lena*, dont les bouches sont semées de glaces flottantes; d'autres glaces immobiles au nord-est de l'embouchure de la *Jana* ne laissent aucun passage ni à l'est ni au nord. Les glaces flottantes devant l'*Olenek* et le *Chatanga* descendent jusqu'aux 74 et 73e degrés : on les trouve à la même hauteur devant l'Indigirka et vers les embouchures du Kolima, qui paroît être le dernier terme où aient atteint les Russes par ces navigations coupées sans cesse par les glaces. C'est d'après leurs expéditions que ces glaces ont été tracées sur notre carte : il est plus que probable que des glaces permanentes ont engagé le cap Szalaginzki, et peut-être aussi la côte nord-est de la terre des Tschutschis; car ces dernières côtes n'ont pas été découvertes par la navigation, mais par des expéditions sur terre, d'après lesquelles on les a figurées. Les navigations qu'on prétend s'être faites autrefois autour de ce cap et de la terre des Tschutschis ont toujours été suspectes, et vraisemblablement sont impraticables aujourd'hui; sans cela les Russes, dans leurs tentatives pour la découverte des terres de l'Amérique, seroient partis des fleuves de la Sibérie, et n'auroient pas pris la peine de faire par terre la traversée immense de ce vaste pays pour s'embarquer à Kamtschatka, où il est extrêmement difficile de construire des vaisseaux, faute de bois, de fer, et de presque tout ce qui est nécessaire pour l'équipement d'un navire.

Ces glaces qui viennent gagner les côtes du nord de l'Asie; celles qui ont déjà envahi les parages de la Zemble, du Spitzberg, et du vieux Groenland; celles qui couvrent en partie les baies de Baffin, d'Hudson, et leurs détroits, ne sont que comme les bords ou les appendices de la glacière de ce pôle,

qui en occupe toutes les régions adjacentes jusqu'au 80 ou 81e degré, comme nous l'avons représenté en jetant une ombre sur cette portion de la terre à jamais perdue pour nous.

La carte du pôle antarctique présente la reconnoissance des glaces faite par plusieurs navigateurs, et particulièrement par le célèbre capitaine Cook dans ses deux voyages, le premier en 1769 et en 1770, et le second en 1773, 1774, et 1775. La relation de ce second voyage n'a été publiée en françois que cette année 1778, et je n'en ai eu connoissance qu'au mois de juin, après l'impression de ce volume entièrement achevée; mais j'ai vu avec la plus grande satisfaction mes conjectures confirmées par les faits. On vient de lire, dans plusieurs endroits de ce même volume, les raisons que j'ai données du froid plus grand dans les régions australes que dans les boréales; j'ai dit et répété que la portion de sphère depuis le pôle arctique jusqu'à 9 degrés de distance n'est qu'une région glacée, une calotte de glace solide et continue, et que, selon toutes les analogies, la portion glacée de même dans les régions australes est bien plus considérable, et s'étend à 18 ou 20 degrés. Cette présomption étoit donc bien fondée, puisque M. Cook, le plus grand de tous les navigateurs, ayant fait le tour presque entier de cette zone australe, a trouvé partout des glaces, et n'a pu pénétrer nulle part au delà du 71e degré, et cela dans un seul point au nord-ouest de l'extrémité de l'Amérique. Les appendices de cette immense glacière du pôle antarctique s'étendent même jusqu'au 60e degré en plusieurs lieux, et les énormes glaçons qui s'en détachent voyagent jusqu'au 50e, et même jusqu'au 48e degré de latitude en certains endroits. On verra que les glaces les plus avancées vers l'équateur se trouvent vis-à-vis les mers les plus étendues et les terres les plus éloignées du pôle : on en trouve aux 48, 49, 50, et 51e degrés, sur une étendue de 10 degrés en longitude à l'ouest, et de 36 de longitude à l'est, et tout l'espace entre le 50e et le 60e degré de latitude est rempli de glaces brisées, dont quelques-unes forment des îles d'une grandeur considérable. On voit que sous ces mêmes longitudes les glaces viennent encore plus fréquentes et presque continues aux 60 et 61e degrés de latitude, et enfin que tout passage est fermé par la continuité de la glace aux 66 et 67e degrés, où M. Cook a fait une autre pointe, et s'est trouvé forcé de retourner pour ainsi dire sur ses pas; en sorte que la masse continue de cette glace solide et permanente qui couvre le pôle austral et toute la zone adjacente s'étend dans ces parages jusqu'au delà du 66e degré de latitude.

On trouve de même des îles et des plaines de glaces dès le 49e degré de latitude, à 60 degrés de longitude est [1], et en plus grand nombre à 80 et 90 degrés de longitude sous la latitude de 58 degrés, et encore en plus grand nombre sous le 60 et le 61e degré de latitude, dans tout l'espace compris depuis le 90e jusqu'au 145e degré de longitude est.

De l'autre côté, c'est-à-dire à 30 degrés environ de longitude ouest, M. Cook a fait la découverte de la terre Sandwich à 59 degrés de latitude, et de l'île Georgie, sous le 55e, et il a reconnu des glaces au 59e degré de latitude, dans une étendue de 10 ou 12 degrés de longitude ouest, avant d'arriver à la terre Sandwich, qu'on peut regarder comme le Spitzberg des régions australes, c'est-à-dire comme la terre la plus avancée vers le pôle antarctique : il a trouvé de pareilles glaces en beaucoup plus grand nombre aux 60 et 61e degrés de latitude, depuis le 29e degré de longitude ouest jusqu'au 51e; et le capitaine Furneaux en a trouvé sous le 63e degré, à 65 et 70 degrés de longitude ouest.

On a aussi marqué les glaces immobiles que Davis a vues sous les 65 et 66e degrés de latitude vis-à-vis du cap Horn, et celles dans lesquelles le capitaine Cook a fait une pointe jusqu'au 71e degré de latitude : ces glaces s'étendent depuis le 110e degré de longitude ouest jusqu'au 120e. Ensuite on voit les glaces flottantes depuis le 130e degré de longitude ouest jusqu'au 170e sous les latitudes de 60 à 70 degrés; en sorte que, dans toute l'étendue de la circonférence de cette grande zone polaire antarctique, il n'y a qu'environ 40 ou 45 degrés en longitude dont l'espace n'ait pas été reconnu, ce qui ne fait pas la huitième partie de cette immense calotte de glace : tout le reste de ce circuit a été vu et bien reconnu par M. Cook, dont nous ne pourrons jamais louer assez la sagesse, l'intelligence, et le courage; car le succès d'une pareille entreprise suppose toutes ces qualités réunies.

On vient d'observer que les glaces les plus avancées du côté de l'équateur dans

1. Ces positions données par le capitaine Cook sur le méridien de Londres sont réduites sur la carte à celui de Paris, et doivent s'y rapporter, par le changement facile de deux degrés et demi en *moins* du côté de l'est, et en *plus* du côté de l'ouest.

ces régions australes se trouvent sur les mers les plus éloignées des terres, comme dans les mers des Grandes-Indes et vis-à-vis le cap de Bonne-Espérance, et qu'au contraire les glaces les moins avancées se trouvent dans le voisinage des terres, comme à la pointe de l'Amérique, et des deux côtés de cette pointe, tant dans la mer Atlantique que dans la mer Pacifique. Ainsi la partie la moins froide de cette grande zone antarctique est vis-à-vis l'extrémité de l'Amérique, qui s'étend jusqu'au 56ᵉ degré de latitude, tandis que la partie la plus froide de cette même zone est vis-à-vis de la pointe de l'Afrique, qui ne s'avance qu'au 34ᵉ degré, et vers la mer de l'Inde, où il n'y a point de terre : or, s'il en est de même du côté du pôle arctique, la région la moins froide seroit celle du Spitzberg et du Groenland, dont les terres s'étendent à peu près jusqu'au 80ᵉ degré, et la région la plus froide seroit celle de la partie de mer entre l'Asie et l'Amérique, en supposant que cette région soit en effet une mer.

De toutes les reconnoissances faites par M. Cook, on doit inférer que la portion du globe envahie par les glaces depuis le pôle antarctique jusqu'à la circonférence de ces régions glacées est, en superficie, au moins cinq ou six fois plus étendue que l'espace envahi par les glaces autour du pôle arctique; ce qui provient de deux causes assez évidentes : la première est le séjour du soleil, plus court de sept jours trois quarts par an dans l'hémisphere austral que dans le boréal; la seconde et plus puissante cause est la quantité de terres infiniment plus grande dans cette portion de l'hémisphère boréal que dans la portion égale et correspondante de l'hémisphère austral; car les continens de l'Europe, de l'Asie, et de l'Amérique, s'étendent jusqu'au 70ᵉ degré et au delà vers le pôle arctique, tandis que dans les régions australes il n'existe aucune terre depuis le 50ᵉ ou même le 45ᵉ degré que celle de la pointe de l'Amérique, qui ne s'étend qu'au 56ᵉ avec les îles Falkland, la petite île Georgie, et celle de Sandwich, qui est moitié terre et moitié glace; en sorte que cette grande zone australe étant entierement maritime et aqueuse, et la boréale presque entièrement terrestre, il n'est pas étonnant que le froid soit beaucoup plus grand et que les glaces occupent une bien plus vaste étendue dans ces régions australes que dans les boréales.

Et comme ces glaces ne feront qu'augmenter par le refroidissement successif de la terre, il sera dorénavant plus inutile et plus téméraire qu'il ne l'étoit ci-devant de chercher à faire des découvertes au delà du 80ᵉ degré vers le pôle boréal, et au delà du 55ᵉ vers le pôle austral. La Nouvelle-Zélande, la pointe de la Nouvelle-Hollande, et celles des terres Magellaniques doivent être regardées comme les seules et dernières terres habitables dans cet hémisphère austral.

J'ai fait représenter toutes les îles et plaines de glaces reconnues par les différens navigateurs, et notamment par les capitaines Cook et Furneaux, en suivant les points de longitude et de latitude indiqués dans leurs cartes de navigation. Toutes ces reconnaissances des mers australes ont été faites dans les mois de novembre, décembre, janvier, et février, c'est-à-dire dans la saison d'été de cet hémisphère austral; car quoique ces glaces ne soient pas toutes permanentes, et qu'elles voyagent selon qu'elles sont entraînées par les courans ou poussées par les vents, il est néanmoins presque certain que comme elles ont été vues dans cette saison d'été elles s'y trouveroient de même et en bien plus grande quantité dans les autres saisons, et que par conséquent on doit les regarder comme permanentes, quoiqu'elles ne soient pas stationnaires aux mêmes points.

Au reste, il est indifférent qu'il y ait des terres ou non dans cette vaste région australe, puisqu'elle est entièrement couverte de glaces depuis le 60ᵉ degré de latitude jusqu'au pôle; et l'on peut concevoir aisément que toutes les vapeurs aqueuses qui forment les brumes et les neiges se convertissant en glaces, elles se gèlent et s'accumulent sur la surface de la mer comme sur celle de la terre. Rien ne peut donc s'opposer à la formation ni même à l'augmentation successive de ces glacières polaires, et au contraire tout s'oppose à l'idée qu'on avoit ci-devant de pouvoir arriver à l'un ou à l'autre pôle par une mer ouverte ou par des terres praticables.

Toute la partie des côtes du pôle boréal a été réduite et figurée d'après les cartes les plus étendues, les plus nouvelles et les plus estimées. Le nord de l'Asie, depuis la Nouvelle-Zemble et Archangel au cap Szalaginski, la côte des Tschutschis et du Kamtschatka, ainsi que les îles Aleutes, ont été réduites sur la grande carte de l'empire de Russie, publiée l'année derniere 1777. Les *îles aux Renards* [1] ont été relevées sur la

1. Il est aussi fait mention de ces îles aux Renards dans un voyage fait en 1776 par les Russes, sous la conduite de M. Solowiew : il nomme *Unalaschka*

carte manuscrite de l'expédition du pilote Otcheredin en 1774, qui m'a été envoyée par M. de Domascheneff, président de l'Académie de Saint-Pétersbourg; celles d'*Anadir*, ainsi que la *Stachta nitada*, grande terre à l'est, où les Tschutschis commercent, et les pointes des côtes de l'Amérique reconnues par Tschirikow et Behring, qui ne sont pas représentées dans la grande carte de l'empire de Russie, le sont ici d'après celle que l'académie de Pétersbourg a publiée en 1773 : mais il faut avouer que la longitude de ces points est encore incertaine, et que cette côte occidentale de l'Amérique est bien peu connue au delà du cap Blanc, qui gît environ sous le 43[e] degré de latitude. La position de Kamtschatka est aujourd'hui bien déterminée dans la carte russe de 1777 : mais celle des terres de l'Amérique vis-à-vis Kamtschatka n'est pas aussi certaine; cependant on ne peut guère douter que la grande terre désignée sous le nom de *Stachta nitada*, et les terres découvertes par Behring et Tschirikow, ne soient des portions du continent de l'Amérique. On assure que le roi d'Espagne a envoyé nouvellement quelques personnes pour reconnoître cette côte occidentale de l'Amérique depuis le cap Mendocin jusqu'au 56[e] degré de latitude : ce projet me paroît bien conçu; car c'est depuis le 43[e] au 56[e] degré qu'il est à présumer qu'on trouvera une communication de la mer Pacifique avec la baie d'Hudson.

La position et la figure du Spitzberg sont tracées sur notre carte d'après celle du capitaine Phipps; le Groenland, les baies de Baffin et d'Hudson, et les grands lacs de l'Amérique, le sont d'après les meilleures cartes des différens voyageurs qui ont découvert ou fréquenté ces parages. Par cette réunion, on aura sous les yeux les gisemens relatifs de toutes les parties des continens polaires et des passages tentés pour tourner par le nord et à l'est de l'Asie : on y verra les nouvelles découvertes qui se sont faites dans cette partie de mer, entre l'Asie et l'Amérique jusqu'au cercle polaire; et l'on remarquera que la terre avancée de Szalaginski s'étendant jusqu'au 73 ou 74[e] degré de latitude, il n'y a nulle apparence qu'on puisse doubler ce cap, et qu'on le tenteroit sans succès soit en venant par la mer Glaciale le long des côtes septentrionales de l'Asie, soit en remontant de Kamtschatka et tournant autour de la terre des Tschutschis; de sorte qu'il est plus que probable que toute cette région au delà du 74[e] degré est actuellement glacée et inabordable. D'ailleurs tout nous porte à croire que les deux continens de l'Amérique et de l'Asie peuvent être contigus à cette hauteur, puisqu'ils sont voisins aux environs du cercle polaire, n'étant séparés que par des bras de mer, entre les îles qui se trouvent dans cet espace, et dont l'une paroît être d'une très-grande étendue.

J'observerai encore qu'on ne voit pas sur la nouvelle carte de l'empire de Russie la navigation faite en 1646 par trois vaisseaux russes dont on prétend que l'un est arrivé à Kamtschatka par la mer Glaciale : la route de ce vaisseau est même tracée par des points dans la carte publiée par l'académie de Pétersbourg en 1773. J'ai donné ci-devant les raisons qui me faisoient regarder comme très-suspecte cette navigation; et aujourd'hui ces mêmes raisons me paroissent bien confirmées, puisque, dans la nouvelle carte russe faite en 1777, on a supprimé la route de ce vaisseau, quoique donnée dans la carte de 1773; et quand même, contre toute apparence, ce vaisseau unique auroit fait cette route en 1646, l'augmentation des glaces depuis cent trente-deux ans pourroit bien la rendre impraticable aujourd'hui, puisque, dans le même espace de temps, le détroit de Waigats s'est entièrement glacé, et que la navigation de la mer du nord de l'Asie, à commencer de l'embouchure de l'Oby jusqu'à celle du Kolima, est devenue bien plus difficile qu'elle ne l'étoit alors, au point que les Russes l'ont pour ainsi dire abandonnée, et que ce n'est qu'en partant de Kamtschatka qu'ils ont tenté des découvertes sur les côtes occidentales de l'Amérique : ainsi nous présumons que si l'on a pu passer autrefois de la mer Glaciale dans celle de Kamtschatka, ce passage doit être aujourd'hui fermé par les glaces. On assure que M. Cook a entrepris un troisième voyage, et que ce passage est l'un des objets de ses recherches : nous attendons avec impatience le résultat de ses découvertes, quoique je

l'une de ces îles, et dit qu'elle est à dix-huit cents wersts de Kamtschatka, et qu'elle est longue d'environ deux cents wersts : la seconde de ces îles s'appelle *Umnack;* elle est longue d'environ cent cinquante wersts : une troisième, *Akuten,* a environ quatre-vingts wersts de longueur; enfin une quatrième, qui s'appelle *Radjack* ou *Kadjak*, est la plus voisine de l'Amérique. Ces quatre îles sont accompagnées de quatre autres îles plus petites : ce voyageur dit aussi qu'elles sont toutes assez peuplées, et il décrit les habitudes naturelles de ces insulaires, qui vivent sous terre la plus grande partie de l'année. On a donné le nom d'*îles aux Renards* à ces îles, parce qu'on y trouve beaucoup de renards noirs, bruns, et roux.

sois persuadé d'avance qu'il ne reviendra pas en Europe par la mer Glaciale de l'Asie ; mais ce grand homme de mer fera peut-être la découverte du passage au nord-ouest depuis la mer Pacifique à la baie d'Hudson.

Nous avons ci-devant exposé les raisons qui semblent prouver que les eaux de la baie d'Hudson communiquent avec cette mer; les grandes marées venant de l'ouest dans cette baie suffisent pour le démontrer : il ne s'agit donc que de trouver l'ouverture de cette baie vers l'ouest. Mais on a jusqu'à ce jour vainement tenté cette découverte, par les obstacles que les glaces opposent à la navigation dans le détroit d'Hudson et dans la baie même; je suis donc persuadé que M. Cook ne la tentera pas de ce côté-là, mais qu'il se portera au dessus de la côte de Californie, et qu'il trouvera le passage sur cette côte au delà du 43e degré. Dès l'année 1592, *Juan de Fuca,* pilote espagnol, trouva une grande ouverture sur cette côte sous les 47 et 48e degrés, et y pénétra si loin qu'il crut être arrivé dans la mer du Nord. En 1602, d'Aguilar trouva cette côte ouverte sous le 43e degré; mais il ne pénétra pas bien avant dans ce détroit. Enfin on voit, par une relation publiée en anglois, qu'en 1640 l'amiral de Fonte, Espagnol, trouva sous le 54e degré un détroit ou large rivière, et qu'en la remontant il arriva à un grand archipel, et ensuite à un lac de cent soixante lieues de longueur sur soixante de largeur, aboutissant à un détroit de deux ou trois lieues de largeur, où la marée portant à l'est étoit très-violente, et où il rencontra un vaisseau venant de Boston : quoique l'on ait regardé cette relation comme très-suspecte, nous ne la rejetterons pas en entier, et nous avons cru devoir présenter ici ces reconnoissances d'après la carte de M. de l'Isle, sans prétendre les garantir; mais en réunissant la probabilité de ces découvertes de de Fonte avec celles de d'Aguilar et de Juan de Fuca, il en résulte que la côte occidentale de l'Amérique septentrionale au dessus du cap Blanc est ouverte par plusieurs détroits ou bras de mer, depuis le 43e degré jusqu'au 54 ou 55e, et que c'est dans cet intervalle où il est presque certain que M. Cook trouvera la communication avec la baie d'Hudson; et cette découverte achèveroit de le combler de gloire.

Ma présomption à ce sujet est non seulement fondée sur les reconnoissances faites par d'Aguilar, Juan de Fuca, et de Fonte, mais encore sur une analogie physique qui ne se dément dans aucune partie du globe : c'est que toutes les grandes côtes des continens sont, pour ainsi dire, hachées et entamées du midi au nord, et qu'ils finissent tous en pointe vers le midi. La côte nord-ouest de l'Amérique présente une de ces hachures, et c'est la mer Vermeille; mais au dessus de la Californie nos cartes ne nous offrent sur une étendue de quatre cents lieues qu'une terre continue sans rivières et sans autres coupures que les trois ouvertures reconnues par d'Aguilar, Fuca, et de Fonte : or cette continuité des côtes, sans anfractuosités, ni baies, ni rivières, est contraire à la nature; et cela seul suffit pour démontrer que ces côtes n'ont été tracées qu'au hasard sur toutes nos cartes, sans avoir été reconnues, et que quand elles le seront, on y trouvera plusieurs golfes et bras de mer par lesquels on arrivera à la baie d'Hudson ou dans les mers inférieures qui la précèdent du côté de l'ouest.

DE LA FIGURATION DES MINÉRAUX.

Comme l'ordre de nos idées doit être ici le même que celui de la succession des temps, et que le temps ne peut nous être représenté que par le mouvement et par ses effets, c'est-à-dire par la succession des opérations de la nature, nous la considérerons d'abord dans les grandes masses qui sont les résultats de ses premiers et grands travaux sur le globe terrestre; après quoi nous essaierons de la suivre dans ses procédés particuliers, et tâcherons de saisir la combinaison des moyens qu'elle emploie pour former les petits volumes de ces matières précieuses dont elle paroît d'autant plus avare qu'elles sont en apparence plus pures et plus simples; et quoique, en général, les substances et leurs formes soient si différentes qu'elles paroissent être variées à l'infini, nous espérons qu'en suivant de près la marche de la nature en mouvement, dont nous avons déjà tracé les plus grands pas dans ses époques, nous ne pourrons nous égarer que quand la lumière nous manquera, faute de connoissances acquises par l'expérience encore trop courte des siècles qui nous ont précédés.

Divisons, comme l'a fait la nature, en trois grandes classes toutes les matières brutes et minérales qui composent le globe de la terre; et d'abord considérons-les une à une, en les combinant ensuite deux à deux, et enfin en les réunissant ensemble toutes trois.

La première classe embrasse les matières qui, ayant été produites par le feu primitif, n'ont point changé de nature, et dont les grandes masses sont celles de la roche intérieure du globe et des éminences qui forment les appendices extérieures de cette roche, et qui, comme elle, sont solides et vitreuses : on doit donc y comprendre le roc vif, les quartz, les jaspes, le feld-spath, les schorls, les micas, les grès, les porphyres, les granites, et toutes les pierres de première et même de seconde formation qui ne sont par calcinables, et encore les sables vitreux, les argiles, les schistes, les ardoises, et toutes les autres matières provenant de la décomposition et des débris des matières primitives que l'eau aura délayées, dissoutes, ou dénaturées.

La seconde classe comprend les matières qui ont subi une seconde action du feu, et qui ont été frappées par les foudres de l'électricité souterraine, ou fondues par le feu des volcans, dont les grosses masses sont les laves, les basaltes, les pierres ponces, les pouzzolanes, et les autres matières volcaniques, qui nous présentent en petit des produits assez semblables à ceux de l'action du feu primitif : et ces deux classes sont celles de la *nature brute;* car toutes les matières qu'elles contiennent ne portent que peu ou point de traces d'organisation.

La troisième classe contient les substances calcinables, les terres végétales, et toutes les matières formées du détriment et des dépouilles des animaux et des végétaux par l'action ou l'intermède de l'eau, dont les grandes masses sont les rochers et les bancs des marbres, des pierres calcaires, des craies, des plâtres, et la couche universelle de terre végétale qui couvre la surface du globe, ainsi que les couches particulières de tourbes, de bois fossiles, et de charbons de terre, qui se trouvent dans son intérieur.

C'est surtout dans cette troisième classe que se voient tous les degrés et toutes les nuances qui remplissent l'intervalle entre la matière brute et les substances organisées; et cette matière intermédiaire, pour ainsi dire mi-partie de brut et d'organique, sert également aux productions de la nature active dans les deux empires de la vie et de la mort : car comme la terre végétale et toutes les substances calcinables contiennent beaucoup plus de parties organiques que les autres matières produites ou dénaturées par le feu, ces parties organiques, toujours actives, ont fait de fortes impressions sur la matière brute et passive; elles en ont travaillé toutes les surfaces et quelquefois pénétré l'épaisseur; l'eau développe, délaie, entraîne, et dépose ces élémens organiques sur les matières brutes : aussi la plupart des minéraux figurés ne doivent leurs différentes formes qu'au mélange et aux combinaisons de cette matière active avec l'eau qui lui sert de véhicule. Les productions de la nature organisée, qui, dans l'état de vie et de végétation, représentent sa force et font l'ornement de la terre, sont encore, après la mort, ce qu'il y a de plus noble dans la nature brute : les détrimens des animaux et

des végétaux conservent des molécules organiques actives, qui communiquent à cette matière passive les premiers traits de l'organisation en lui donnant la forme extérieure. Tout minéral figuré a été travaillé par ces molécules organiques provenant du détriment des êtres organisés, ou par les premieres molécules organiques existantes avant leur formation : ainsi les minéraux figurés tiennent tous de près ou de loin à la nature organisée; et il n'y a de matieres entièrement brutes que celles qui ne portent aucun trait de figuration; car l'organisation a, comme toute autre qualité de la matière, ses degrés et ses nuances, dont les caractères les plus généraux, les plus distincts, et les résultats les plus évidens, sont la vie dans les animaux, la végétation dans les plantes, et la figuration dans les minéraux.

Le grand et le premier instrument avec lequel la nature opère toutes ses merveilles est cette force universelle, constante, et pénétrante, dont elle anime chaque atome de matiere en leur imprimant une tendance mutuelle à se rapprocher et s'unir. Son autre grand moyen est la chaleur, et cette seconde force tend à séparer tout ce que la première a réuni : néanmoins elle lui est subordonnée; car l'élément du feu, comme toute autre matiere, est soumis à la puissance générale de la force attractive. Celle-ci est d'ailleurs également répartie dans les substances organisées, comme dans les matières brutes; elle est toujours proportionnelle à la masse : toujours présente, sans cesse active, elle peut travailler la matière dans les trois dimensions à la fois, dès qu'elle est aidée de la chaleur, parce qu'il n'y a pas un point qu'elle ne pénètre à tout instant, et que par conséquent la chaleur ne puisse étendre et développer, dès qu'elle se trouve dans la proportion qu'exige l'état des matières sur lesquelles elle opere. Ainsi, par la combinaison de ces deux forces actives, la matière ductile, pénétrée et travaillée dans tous ses points, et par conséquent dans les trois dimensions à la fois, prend la forme d'un germe organisé, qui bientôt deviendra vivant ou végétant par la continuité de son développement et de son extension proportionnelle en longueur, largeur, et profondeur. Mais si ces deux forces pénétrantes et productrices, l'attraction et la chaleur, au lieu d'agir sur des substances molles et ductiles, viennent à s'exercer sur des matières sèches et dures qui leur opposent trop de résistance, alors elles ne peuvent agir que sur la surface, sans pénétrer l'intérieur de cette matiere trop dure; elles ne pourront donc, malgré toute leur activité, la travailler que dans deux dimensions au lieu de trois, en traçant à sa superficie quelques linéamens; et cette matière n'étant travaillée qu'à la surface ne pourra prendre d'autre forme que celle d'un minéral figuré. La nature opère ici comme l'art de l'homme, il ne peut que tracer des figures et former des surfaces; mais dans ce genre même de travail, le seul où nous puissions l'imiter, elle nous est encore si supérieure, qu'aucun de nos ouvrages ne peut approcher des siens.

Le germe de l'animal ou du végétal étant formé par la réunion des molécules organiques avec une petite portion de matiere ductile, ce moule intérieur une fois donné et bientôt développé par la nutrition suffit pour communiquer son empreinte, et rendre sa même forme à perpétuité, par toutes les voies de la reproduction et de la génération; au lieu que, dans le minéral, il n'y a point de germe, point de moule intérieur capable de se développer par la nutrition, ni de transmettre sa forme par la reproduction.

Les animaux et les végétaux, se reproduisant également par eux-mêmes, doivent être considérés ici comme des êtres semblables pour le fond et les moyens d'organisation; les minéraux, qui ne peuvent se reproduire par eux-mêmes, et qui néanmoins se produisent toujours sous la même forme, en diffèrent par l'origine et par leur structure, dans laquelle il n'y a que des traces superficielles d'organisation. Mais, pour bien saisir cette différence originelle, on doit se rappeler [1] que, pour former un moule d'animal ou de végétal capable de se reproduire, il faut que la nature travaille la matière dans les trois dimensions à la fois, et que la chaleur y distribue les molécules organiques dans les mêmes proportions, afin que la nutrition et l'accroissement suivent cette pénétration intime, et qu'enfin la reproduction puisse s'opérer par le superflu de ces molécules organiques, renvoyées de toutes les parties du corps organisé lorsque son accroissement est complet : or, dans le minéral, cette dernière opération, qui est le suprême effort de la nature, ne se fait ni ne tend à se faire; il n'y a point de molécules organiques superflues qui puissent être renvoyées pour la reproduction. L'opération qui la précède, c'est-à-dire celle de la nutrition, s'exerce dans certains corps organisés qui ne

1. Voyez les articles où il est traité de la nutrition et de la reproduction.

se reproduisent pas, et qui ne sont produits eux-mêmes que par une génération spontanée : mais cette seconde opération est encore supprimée dans le minéral; il ne se nourrit ni s'accroît par cette intus-susception qui, dans tous les êtres organisés, étend et développe leurs trois dimensions à la fois en égale portion : sa seule manière de croître est une augmentation de volume par la juxta-position successive de ses parties constituantes, qui toutes n'étant travaillées que sur deux dimensions, c'est-à-dire en longueur et en largeur, ne peuvent prendre d'autre forme que celle de petites lames infiniment minces et de figures semblables ou différentes; et ces lames figurées, superposées, et réunies, composent, par leur agrégation, un volume plus ou moins grand et figuré de même. Ainsi, dans chaque sorte de minéral figuré, les parties constituantes, quoique excessivement minces, ont une figure déterminée qui borne le plan de leur surface, et leur est propre et particulière ; et comme les figures peuvent varier à l'infini, la diversité des minéraux est aussi grande que le nombre de ces variétés de figure.

Cette figuration dans chaque lame mince est un trait, un vrai linéament d'organisation, qui, dans les parties constituantes de chaque minéral, ne peut être tracé que par l'impression des élémens organiques; et en effet, la nature, qui travaille si souvent la matière dans les trois dimensions à la fois, ne doit-elle pas opérer encore plus souvent en n'agissant que dans deux dimensions, et en n'employant à ce dernier travail qu'un petit nombre de molécules organiques, qui, se trouvant alors surchargées de la matière brute, ne peuvent en arranger que les parties superficielles, sans en pénétrer l'intérieur pour en disposer le fond, et par conséquent sans pouvoir animer cette masse minérale d'une vie animale ou végétative? et quoique ce travail soit beaucoup plus simple que le premier, et que, dans le réel, il soit plus aisé d'effleurer la matière dans deux dimensions que de la brasser dans toutes trois à la fois, la nature emploie néanmoins les mêmes moyens et les mêmes agens; la force pénétrante de l'attraction, jointe à celle de la chaleur, produisent les molécules organiques, et donnent le mouvement à la matière brute en la déterminant à telle ou telle forme, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur lorsqu'elle est travaillée dans les trois dimensions, et c'est de cette matière que se sont formés les germes des végétaux et des animaux : mais, dans les minéraux, chaque petite lame infiniment mince n'étant travaillée que dans deux dimensions par un plus ou moins grand nombre d'élémens organiques, elle ne peut recevoir qu'autour de sa surface une figuration plus ou moins régulière; et si l'on ne peut nier que cette figuration ne soit un premier trait d'organisation, c'est aussi le seul qui se trouve dans les minéraux : or, cette figure une fois donnée à chaque lame mince, à chaque atome du minéral, tous ceux qui l'ont reçue se réunissent par la force de leur affinité respective, laquelle, comme je l'ai dit [1], dépend ici plus de la figure que de la masse; et bientôt ces atomes en petites lames minces, tous figurés de même, composent un volume sensible et de même figure; les prismes du cristal, les rhombes des spaths calcaires, les cubes du sel marin, les aiguilles du nitre, etc., et toutes les figures anguleuses, régulières ou irrégulières des minéraux, sont tracées par les molécules organiques, et particulièrement par les molécules qui proviennent du résidu des animaux et végétaux dans les matières calcaires, et dans celles de la couche universelle de terre végétale qui couvre la superficie du globe : c'est donc à ces matières mêlées d'organique et de brut que l'on doit rapporter l'origine primitive des minéraux figurés.

Ainsi toute décomposition, tout détriment de matière animale ou végétale, sert non seulement à la nutrition, au développement, et à la reproduction des êtres, mais cette même matière active opère encore comme cause efficiente la figuration des minéraux : elle seule, par son activité différemment dirigée, suivant les résistances de la matière inerte, peut donner la figure aux parties constituantes de chaque minéral, et il ne faut qu'un très-petit nombre de molécules organiques pour imprimer cette trace superficielle d'organisation dans le minéral dont elles ne peuvent travailler l'intérieur ; et c'est par cette raison que ces corps étant toujours bruts dans leur substance, ils ne peuvent croître par la nutrition comme les êtres organisés, dont l'intérieur est actif dans tous les points de la masse, et qu'ils n'ont que la faculté d'augmenter de volume par une simple agrégation superficielle de leurs parties.

Quoique cette théorie sur la figuration des minéraux soit plus simple d'un degré que celle de l'organisation des animaux, et des végétaux, puisque la nature ne travaille

1. Voyez *de la Nature*, seconde Vue.

ici que dans deux dimensions au lieu de trois; et quoique cette idée ne soit qu'une extension ou même une conséquence de mes vues sur la nutrition, le développement, et la reproduction des êtres, je ne m'attends pas à la voir universellement accueillie, ni même adoptée de sitôt par le plus grand nombre. J'ai reconnu que les gens peu accoutumés aux idées abstraites ont peine à concevoir les moules intérieurs et le travail de la nature sur la matière dans les trois dimensions à la fois ; dès lors ils ne concevront pas mieux qu'elle ne travaille que dans deux dimensions pour figurer les minéraux : cependant rien ne me paroît plus clair, pourvu qu'on ne borne pas ses idées à celles que nous présentent nos moules artificiels; tous ne sont qu'extérieurs, et ne peuvent que figurer les surfaces, c'est-à-dire opérer sur deux dimensions : mais l'existence du moule intérieur et son extension, c'est-à-dire ce travail de la nature dans les trois dimensions à la fois, sont démontrées par le développement de tous les germes dans les végétaux, de tous les embryons dans les animaux, puisque toutes leurs parties, soit extérieures, soit intérieures, croissent proportionnellement; ce qui ne peut se faire que par l'augmentation du volume de leurs corps dans les trois dimensions à la fois. Ceci n'est donc point un système idéal fondé sur des suppositions hypothétiques, mais un fait constant démontré par un effet général, toujours existant, et à chaque instant renouvelé dans la nature entière : tout ce qu'il y a de nouveau dans cette grande vue, c'est d'avoir aperçu qu'ayant à sa disposition la forme pénétrante de l'attraction, et celle de la chaleur, la nature peut travailler l'intérieur des corps et brasser la matière dans les trois dimensions à la fois, pour faire croître les êtres organisés, sans que leur forme s'altère en prenant trop ou trop peu d'extension dans chaque dimension. Un homme, un animal, un arbre, une plante, en un mot tous les corps organisés, sont autant de moules intérieurs dont toutes les parties croissent proportionnellement, et par conséquent s'étendent dans les trois dimensions à la fois ; sans cela l'adulte ne ressembleroit pas à l'enfant, et la forme de tous les êtres se corromproit dans leur accroissement : car, en supposant que la nature manquât totalement d'agir dans l'une des trois dimensions, l'être organisé seroit bientôt non seulement défiguré, mais détruit, puisque son corps cesseroit de croître à l'intérieur par la nutrition, et dès lors le solide, réduit à la surface, ne pourroit augmenter que par l'application successive des surfaces les unes contre les autres, et par conséquent d'animal ou végétal il deviendroit minéral, dont effectivement la composition se fait par la superposition de petites lames presque infiniment minces qui n'ont été travaillées que sur les deux dimensions de leur surface en longueur et en largeur, au lieu que les germes des animaux et des végétaux ont été travaillés non seulement en longueur et en largeur, mais encore dans tous les points de l'épaisseur, qui fait la troisième dimension; en sorte qu'il n'augmente pas par agrégation comme le minéral, mais par la nutrition, c'est-à-dire par la pénétration de la nourriture dans toutes les parties de son intérieur, et c'est par cette intus-susception de la nourriture que l'animal et le végétal se développent et prennent leur accroissement sans changer de forme.

On a cherché à reconnoître et distinguer les minéraux par le résultat de l'agrégation ou cristallisation de leurs particules : toutes les fois qu'on dissout une matière, soit par l'eau, soit par le feu, et qu'on la réduit à l'homogénéité, elle ne manque pas de se cristalliser, pourvu qu'on tienne cette matière dissoute assez long-temps en repos pour que les particules similaires et déjà figurées puissent exercer leur force d'affinité, s'attirer réciproquement, se joindre, et se réunir. Notre art peut imiter ici la nature dans tous les cas où il ne faut pas trop de temps, comme pour la cristallisation des sels, des métaux, et de quelques autres minéraux; mais, quoique la substance du temps ne soit pas matérielle, néanmoins le temps entre comme élément général, comme ingrédient réel, et plus nécessaire qu'aucun autre, dans toutes les compositions de la matière : or la dose de ce grand élément ne nous est point connue; il faut peut-être des siècles pour opérer la cristallisation d'un diamant, tandis qu'il ne faut que quelques minutes pour cristalliser un sel. On peut même croire que, toutes choses égales d'ailleurs, la différence de la dureté des corps provient du plus ou moins de temps que leurs parties sont à se réunir; car comme la force d'affinité, qui est la même que celle de l'attraction, agit à tout instant et ne cesse pas d'agir, elle doit avec plus de temps produire plus d'effet : or la plupart des productions de la nature dans le règne minéral exigent beaucoup plus de temps que nous ne pouvons en donner aux compositions artificielles par lesquelles nous cherchons à

l'imiter. Ce n'est donc pas la faute de l'homme: son art est borné par une limite qui est elle-même sans bornes; et quand, par ses lumières, il pourroit reconnoître tous les élémens que la nature emploie, quand il les auroit à sa disposition, il lui manqueroit encore la puissance de disposer du temps, et de faire entrer des siècles dans l'ordre de ses combinaisons.

Ainsi les matières qui paroissent être les plus parfaites sont celles qui, étant composées de parties homogenes, ont pris le plus de temps pour se consolider, se durcir, et augmenter de volume et de solidité autant qu'il est possible. Toutes ces matières minérales sont figurées; les élémens organiques tracent le plan figuré de leurs parties constituantes jusque dans les plus petits atomes, et laissent faire le reste au temps, qui, toujours aidé de la force attractive, a d'abord séparé les particules hétérogènes pour réunir ensuite celles qui sont similaires, par de simples agrégations, toutes dirigées par leurs affinités. Les autres minéraux qui ne sont pas figurés ne présentent qu'une matière brute, qui ne porte aucun trait d'organisation; et comme la nature va toujours par degrés et nuances, il se trouve des minéraux mi-partis d'organique et de brut, lesquels offrent des figures irrégulieres, des formes extraordinaires, des mélanges plus ou moins assortis, et quelquefois si bizarres qu'on a grande peine à deviner leur origine, et même à démêler leurs diverses substances.

L'ordre que nous mettrons dans la contemplation de ces différens objets sera simple et déduit des principes que nous avons établis; nous commencerons par la matière la plus brute, parce qu'elle fait le fonds de toutes les autres matieres, et même de toutes les substances plus ou moins organisées: or, dans ces matières brutes, le verre primitif est celle qui s'offre la première comme la plus ancienne, et comme produite par le feu dans le temps où la terre liquéfiée a pris sa consistance. Cette masse immense de matière vitreuse, s'étant consolidée par le refroidissement, a formé des boursouflures et des aspérités à sa surface; elle a laissé en se resserrant une infinité de vides et de fentes, surtout à l'extérieur, lesquels se sont bientôt remplis par la sublimation ou la fusion de toutes les matières métalliques; elle s'est durcie en roche solide à l'intérieur, comme une masse de verre bien recuit se consolide et se durcit lorsqu'il n'est point exposé à l'action de l'air. La surface de ce globe immense s'est divisée, fêlée, fendillée, réduite en poudre, par l'impression des agens extérieurs; ces poudres de verre furent ensuite saisies, entraînées, et déposées par les eaux, et formèrent dès lors les couches de sable vitreux, qui, dans ces premiers temps, étoient bien plus épaisses et plus étendues qu'elles ne le sont aujourd'hui; car une grande partie de ces débris de verre qui ont été transportés les premiers par le mouvement des eaux ont ensuite été réunis en blocs de grès, ou décomposés et convertis en argile par l'action et l'intermède de l'eau. Ces argiles, durcies par le dessèchement, ont formé les ardoises et les schistes; et ensuite les bancs calcaires produits par les coquillages, les madrépores et tous les détrimens des productions de la mer, ont été déposés au dessus des argiles et des schistes; et ce n'est qu'après l'établissement local de toutes ces grandes masses que se sont formés la plupart des autres minéraux.

Nous suivrons donc cet ordre, qui de tous est le plus naturel; et au lieu de commencer par les métaux les plus riches ou par les pierres précieuses, nous présenterons les matières les plus communes, et qui, quoique moins nobles en apparence, sont néanmoins les plus anciennes, et celles qui tiennent, sans comparaison, la plus grande place dans la nature, et méritent par conséquent d'autant plus d'être considérées que toutes les autres en tirent leur origine.

DES VERRES PRIMITIFS.

Si l'on pouvoit supposer que le globe terrestre avant sa liquéfaction eût été composé des mêmes matières qu'il l'est aujourd'hui, qu'ayant tout à coup été saisi par le feu toutes ces matières se fussent réduites en verre, nous aurions une juste idée des produits de la vitrification générale, en les comparant avec ceux des vitrifications particulieres qui s'opèrent sous nos yeux par le feu des volcans; ce sont des verres de toutes sortes, très-différens les uns des autres par la densité, la dureté, les couleurs, depuis les basaltes et les laves les plus solides et les plus noires jusqu'aux pierres ponces les plus blanches, qui semblent être les plus légères de ces productions de volcan : entre ces deux termes extrêmes on trouve tous les autres degrés de pesanteur et de légèreté dans les laves plus ou moins compactes et plus ou moins poreuses ou mélangées; de sorte qu'en jetant un coup d'œil sur une collection bien rangée de matières volcaniques on peut aisément reconnoître les différences, les degrés, les nuances, et même la suite des effets et du produit de cette vitrification par le feu des volcans. Dans cette supposition il y auroit eu autant de sortes de matières vitrifiées par le feu primitif que par celui des volcans, et ces matières seroient aussi de même nature que les pierres ponces, les laves, et les basaltes; mais le quartz et les matières vitreuses de la masse du globe étant très-différens de ces verres de volcans, il est évident qu'on n'auroit qu'une fausse idée des effets et des produits de la vitrification générale, si l'on vouloit comparer ces matieres premières aux productions volcaniques.

Ainsi la terre, lorsqu'elle a été vitrifiée, n'étoit point telle qu'elle est aujourd'hui, mais plutôt telle que nous l'avons dépeinte à l'époque de sa formation [1]; et pour avoir une idée plus juste des effets et du produit de la vitrification générale, il faut se représenter le globe entier pénétré de feu et fondu jusqu'au centre, et se souvenir que cette masse en fusion, tournant sur elle-même, s'est élevée sous l'équateur par la force centrifuge, et en même temps abaissée sous les pôles; ce qui n'a pu se faire sans former des cavernes et des boursouflures dans les couches extérieures à mesure qu'elles prenoient de la consistance. Tâchons donc de concevoir de quelle manière les matières vitrifiées ont pu se disposer et devenir telles que nous les trouvons dans le sein de la terre.

Toute la masse du globe, liquéfiée par le feu, ne pouvoit d'abord être que d'une substance homogène et plus pure que celle de nos verres et des laves de volcan, puisque toutes les matières qui pouvoient se sublimer étoient alors reléguées dans l'atmosphère avec l'eau et les autres substances volatiles. Ce verre homogène et pur nous est représenté par le quartz, qui est la base de toutes les autres matières vitreuses; nous devons donc le regarder comme le verre primitif. Sa substance est simple, dure, et résistante à toute action des acides ou du feu; sa cassure vitreuse démontre son essence, et tout nous porte à penser que c'est le premier verre qu'ait produit la nature.

Et, pour se former une idée de la manière dont ce verre a pu prendre autant de consistance et de dureté, il faut considérer qu'en général le verre en fusion n'acquiert aucune solidité s'il est frappé par l'air extérieur, et que ce n'est qu'en le laissant recuire lentement et long-temps dans un four chaud et bien fermé qu'on lui donne une consistance solide; plus les masses de verre sont épaisses, et plus il faut de temps pour les consolider et les recuire : or, dans le temps que la masse du globe, vitrifiée par le feu, s'est consolidée par le refroidissement, l'intérieur de cette masse immense aura eu tout le temps de se recuire et d'acquérir de la solidité et de la dureté; tandis que la surface de cette même masse, frappée du refroidissement, n'a pu, faute de recuit, prendre aucune solidité. Cette surface, exposée à l'action des élémens extérieurs, s'est divisée, fêlée, fendillée, et même réduite en écailles, en paillettes, et en poudre, comme nous le voyons dans nos verres en fusion exposés à l'action de l'air. Ainsi le globe, dans ce premier temps, a été cou-

1. Voyez la *première époque*.

vert d'une grande quantité de ces écailles ou paillettes du verre primitif, qui n'avoit pu se recuire assez pour prendre de la solidité; et ces parcelles ou paillettes du premier verre nous sont aujourd'hui représentées par les micas et les grains décrépités du quartz, qui sont ensuite entrés dans la composition des granites et de plusieurs matieres vitreuses.

Les micas n'étant, dans leur première origine, que des exfoliations du quartz frappé par le refroidissement, leur essence est au fond la même que celle du quartz : seulement la substance du mica est un peu moins simple; car il se fond à un feu tres-violent, tandis que le quartz y résiste; et nous verrons dans la suite qu'en général plus la substance d'une matière est simple et homogène, moins elle est fusible. Il paroît donc que quand la couche extérieure du verre primitif s'est réduite en paillettes par la première action du refroidissement, il s'est mêlé à sa substance quelques parties hétérogènes contenues dans l'air dont il a été frappé; et dès lors la substance des micas, devenue moins pure que celle du quartz, est aussi moins réfractaire à l'action du feu.

Peu de temps avant que le quartz se soit entièrement consolidé en se recuisant lentement sous cette enveloppe de ses fragmens décrépités et réduits en micas, le fer, qui, de tous les métaux, est le plus résistant au feu, a le premier occupé les fentes qui se formoient de distance en distance par la retraite que prenoit la matière du quartz en se consolidant; et c'est dans ces mêmes interstices que s'est formé le jaspe, dont la substance n'est au fond qu'une matière quartzeuse, mais imprégnée de matières métalliques qui lui ont donné de fortes couleurs, et qui néanmoins n'ont point altéré la simplicité de son essence; car il est aussi infusible que le quartz. Nous regarderons donc le quartz, le jaspe, et le mica, comme les trois premiers verres primitifs, et en même temps comme les trois matières les plus simples de la nature.

Ensuite, et à mesure que la grande chaleur diminuoit à la surface du globe, les matières sublimées tombant de l'atmosphère se sont mêlées en plus ou moins grande quantité avec le verre primitif, et de ce mélange ont résulté deux autres verres dont la substance étant moins simple s'est trouvée bien plus fusible; ces deux verres sont le feld-spath et le schorl : leur base est également quartzeuse; mais le fer et d'autres matières hétérogènes s'y trouvent mêlés au quartz, et c'est ce qui leur a donné une fusibilité à peu près égale à celle de nos verres factices.

On pourroit donc dire en toute rigueur qu'il n'y a qu'un seul verre primitif, qui est le quartz, dont la substance, modifiée par la teinture du fer, a pris la forme de jaspe et celle de mica par les exfoliations de tous deux; et ce même quartz, avec une plus grande quantité de fer et d'autres matières hétérogènes, s'est converti en feld-spath et en schorl : c'est à ces cinq matières que la nature paroît avoir borné le nombre des premiers verres produits par le feu primitif, et desquels ont ensuite été composées toutes les substances vitreuses du règne minéral.

Il y a donc eu, dès ces premiers temps, des verres plus ou moins purs, plus ou moins recuits, et plus ou moins mélangés de matières différentes : les uns composés des parties les plus fixes de la matiere en fusion, et qui, comme le quartz, ont pris plus de dureté et plus de résistance au feu que nos verres et que ceux des volcans; d'autres presque aussi durs, aussi réfractaires, mais qui, comme les jaspes, ont été fortement colorés par le mélange des parties métalliques; d'autres qui, quoique durs, sont, comme le feld-spath et le schorl, très-aisément fusibles; d'autres enfin, comme le mica, qui, faute de recuit, étoient si spumeux et si friables qu'au lieu de se durcir ils se sont éclatés et dispersés en paillettes, ou réduits en poudre par le plus petit et premier choc des agens extérieurs.

Ces verres de qualités différentes se sont mêlés, combinés, et réunis ensemble en proportions différentes : les granites, les porphyres, les ophites et les autres matières vitreuses en grandes masses, ne sont composés que des détrimens de ces cinq verres primitifs; et la formation de ces substances mélangées a suivi de près celle de ces premiers verres, et s'est faite dans le temps qu'ils étoient encore en demi-fusion : ce sont là les premières et les plus anciennes matières de la terre; elles méritent toutes d'être considérées à part, et nous commencerons par le quartz, qui est la base de toutes les autres, et qui nous paroît être de la même nature que la roche de l'intérieur du globe.

Mais je dois auparavant prévenir une objection qu'on pourroit me faire avec quelque apparence de raison. Tous nos verres factices, et même toutes les matières vitreuses produites par le feu des volcans, telles que les basaltes et les laves, cèdent à l'impres-

sion de la lime, et sont fusibles aux feux de nos fourneaux : le quartz et le jaspe, au contraire, que vous regardez, me dira-t-on, comme les premiers verres de la nature, ne peuvent ni s'entamer par la lime ni se fondre par notre art; et de vos cinq verres primitifs, qui sont le quartz, le jaspe, le mica, le feld-spath, et le schorl, il n'y a que les trois derniers qui soient fusibles, et encore le mica ne peut se réduire en verre qu'au feu le plus violent; et dès lors le quartz et les jaspes pourroient bien être d'une essence ou tout au moins d'une texture différente de celle du verre. La premiere réponse que je pourrois faire à cette objection, c'est que tout ce que nous connoissons non seulement dans la classe des substances vitreuses produites par la nature, mais même dans nos verres factices composés par l'art, nous fait voir que les plus purs et les plus simples de ces verres sont en même temps les plus réfractaires, et que quand ils ont été fondus une fois ils se refusent et résistent ensuite à l'action de la même chaleur qui leur a donné cette première fusion, et ne cèdent plus qu'à un degré de feu de beaucoup supérieur : or comment trouver un degré de feu supérieur à un embrasement presque égal à celui du soleil, et tel que le feu qui a fondu ces quartz et ces jaspes? car, dans ce premier temps de la liquéfaction du globe, l'embrasement de la terre étoit presque égal à celui de cet astre; et puisque aujourd'hui même la plus grande chaleur que nous puissions produire est celle de la réunion d'une portion presque infiniment petite de ses rayons par les miroirs ardens, quelle idée ne devons-nous pas avoir de la violence du feu primitif! et pouvons-nous être étonnés qu'il ait produit le quartz et d'autres verres plus durs et moins fusibles que les basaltes et les laves des volcans?

Quoique cette réponse soit assez satisfaisante, et qu'on puisse très-raisonnablement s'en tenir à mon explication, je pense que, dans des sujets aussi difficiles, on ne doit rien prononcer affirmativement, sans exposer toutes les difficultés et les raisons sur lesquelles on pourroit fonder une opinion contraire. Ne se pourroit-il pas, dira-t-on, que le quartz, que vous regardez comme le produit immédiat de la vitrification générale, ne fût lui-même, comme toutes les autres substances vitreuses, que le détriment d'une matiere primitive que nous ne connoissons pas, faute d'avoir pu pénétrer à d'assez grandes profondeurs dans le sein de la terre, pour y trouver la vraie masse qui en remplit l'intérieur? L'analogie doit faire adopter ce sentiment plutôt que votre opinion; car les matieres qui, comme le verre, ont été fondues par nos feux, peuvent l'être de nouveau, et par le même élément du feu, tandis que celles qui, comme le cristal de roche, l'argile blanche, et la craie pure, ne sont formées que par l'intermède de l'eau, résistent, comme le quartz, à la plus grande violence du feu : dès lors ne doit-on pas penser que le quartz n'a pas été produit par ce dernier élément, mais formé par l'eau, comme l'argile et la craie pures, qui sont également réfractaires à nos feux? et si le quartz a en effet été produit primitivement par l'intermède de l'eau, à plus forte raison le jaspe, le porphyre, et les granites, auront été formés par le même élément.

J'observerai d'abord que, dans cette objection, le raisonnement n'est appuyé que sur la supposition idéale d'une matière inconnue, tandis que je pars au contraire d'un fait certain, en présentant pour matière primitive les deux substances les plus simples qui se soient jusqu'ici rencontrées dans la nature; et je réponds, en second lieu, que l'idée sur laquelle ce raisonnement est fondé n'est encore qu'une autre supposition démentie par les observations; car il faudroit alors que les eaux eussent non seulement surmonté les pies des plus hautes montagnes de quartz et de granite, mais encore que l'eau eût formé les masses immenses de ces mêmes montagnes par des dépôts accumulés et superposés jusqu'à leurs sommets : or cette double supposition ne peut ni se soutenir ni même se présenter avec quelque vraisemblance, dès que l'on vient à considérer que la terre n'a pu prendre sa forme renflée sous l'équateur et abaissée sous les pôles que dans son état de liquéfaction par le feu, et que les boursouflures et les grandes éminences du globe ont de même nécessairement été formées par l'action de ce même élément dans le temps de la consolidation. L'eau, en quelque quantité et dans quelque mouvement qu'on la suppose, n'a pu produire ces chaînes de montagnes primitives qui font la charpente de la terre, et tiennent à la roche qui en occupe l'intérieur. Loin d'avoir travaillé ces montagnes primitives dans toute l'épaisseur de leur masse, ni par conséquent d'avoir pu changer la nature de cette prétendue matière primitive, pour en faire du quartz ou des granites, les eaux n'ont eu aucune part à leur formation, car ces substances ne portent aucune trace

de cette origine, et n'offrent pas le plus petit indice du travail ou du dépôt de l'eau. On ne trouve aucune production marine ni dans le quartz ni dans le granite; et leurs masses, au lieu d'être disposées par couches comme le sont toutes les matières transportées ou déposées par les eaux, sont au contraire comme fondues d'une seule pièce, sans lits ni divisions que celles des fentes perpendiculaires qui se sont formées par la retraite de la matière sur elle-même dans le temps de sa consolidation par le refroidissement. Nous sommes donc bien fondés à regarder le quartz et toutes les matières en grandes masses dont il est la base, telles que les jaspes, les porphyres, les granites, comme des produits du feu primitif, puisqu'ils diffèrent en tout des matières travaillées par les eaux.

Le quartz forme la roche du globe; les appendices de cette roche servent de noyaux aux plus hautes éminences de la terre. Le jaspe est aussi un produit immédiat du feu primitif, et il est, après le quartz, la matière vitreuse la plus simple; car il résiste également à l'action des acides et du feu. Il n'est pas tout-à-fait aussi dur que le quartz, et il est presque toujours fortement coloré: mais ces différences ne doivent pas nous empêcher de regarder le jaspe en grande masse comme un produit du feu, et comme le second verre primitif, puisqu'on n'y voit aucune trace de composition, ni d'autre indice de mélange que celui des parties métalliques qui l'ont coloré; du reste, il est d'une essence aussi pure que le quartz, qui lui-même a reçu quelquefois des couleurs, et particulièrement le rouge du fer. Ainsi, dans le temps de la vitrification générale, les quartz et les jaspes, qui en sont les produits les plus simples, n'ont reçu par sublimation ou par mixtion qu'une petite quantité de particules métalliques dont ils sont colorés; et la rareté des jaspes, en comparaison du quartz, vient peut-être de ce qu'ils n'ont pu se former que dans les endroits où il s'est trouvé des matières métalliques, au lieu que le quartz a été produit en tous lieux. Quoi qu'il en soit, le quartz et le jaspe sont réellement les deux substances vitreuses les plus simples de la nature, et nous devons dès lors les regarder comme les deux premiers verres qu'elle ait produits.

L'infusibilité, ou plutôt la résistance à l'action du feu, dépend en entier de la pureté ou simplicité de la matière : la craie et l'argile pures sont aussi infusibles que le quartz et le jaspe; toutes les matières mixtes ou composées sont au contraire très-aisément fusibles. Nous considérerons donc d'abord le quartz et le jaspe comme étant les deux matières vitreuses les plus simples; ensuite nous placerons le mica, qui, étant un peu moins réfractaire au feu, paroît être un peu moins simple; et enfin nous présenterons le feld spath et le schorl, dont la grande fusibilité semble démontrer que leur substance est mélangée; après quoi nous traiterons des matières composées de ces cinq substances primitives, lesquelles ont pu se mêler et se combiner ensemble deux à deux, trois à trois, ou quatre à quatre, et dont le mélange a réellement produit toutes les autres matières vitreuses en grandes masses.

Nous ne mettrons pas au nombre des substances du mélange celles qui donnent les couleurs à ces différentes matières, parce qu'il ne faut qu'une si petite quantité de métal pour colorer de grandes masses, qu'on ne peut regarder la couleur comme partie intégrante d'aucune substance; et c'est par cette raison que les jaspes peuvent être regardés comme aussi simples que le quartz, quoiqu'ils soient presque toujours fortement colorés. Ainsi nous présenterons d'abord ces cinq verres primitifs; nous suivrons leurs combinaisons et leurs mélanges entre eux; et, après avoir traité de ces grandes masses vitreuses formées et fondues par le feu, nous passerons à la considération des masses argileuses et calcaires qui ont été produites et entassées par le mouvement des eaux.

DU QUARTZ.

Le quartz est le premier des verres primitifs; c'est même la matière première dont on peut concevoir qu'est formée la roche intérieure du globe. Ses appendices extérieures, qui servent de base et de noyau aux plus grandes éminences de la terre, sont aussi de cette même matière primitive : ces noyaux des plus hautes montagnes se sont trouvés d'abord environnés et couverts des fragmens décrépités de ce premier verre, ainsi que des écailles du jaspe, des paillettes du mica, et des petites masses cristallisées du feld-spath et du schorl, qui dès lors ont formé par leur réunion les grandes masses de granite, de porphyre, et de toutes les autres roches vitreuses composées de ces premières matières produites par le feu primitif; les eaux n'ont agi que long-temps après sur ces mêmes fragmens et poudres de verre, pour en former les grès, les talcs, et les convertir enfin, par une longue décomposition, en argile et en schiste. Il y a donc eu d'abord, à la surface du globe, des sables décrépités de tous les verres primitifs, et c'est de ces premiers sables que les roches vitreuses en grande masse ont été composées; ensuite ces sables transportés par le mouvement des eaux, et réunis par l'intermède de cet élément, ont formé les grès et les talcs; et enfin ces mêmes sables, par un long séjour dans l'eau, se sont atténués, ramollis, et convertis en argile. Voilà la suite des altérations et les changemens successifs de ces premiers verres : toutes les matières qui en ont été formées avant que l'eau les eût pénétrées sont demeurées sèches et dures; celles au contraire qui n'ont été produites que par l'action de l'eau, lorsque ces mêmes verres ont été imbus d'humidité, ont conservé quelque mollesse; car tout ce qui est humide est en même temps mou, c'est-à-dire moins dur que ce qui est sec : aussi n'y a-t-il de parfaitement solide que ce qui est entièrement sec; les verres primitifs et les matières qui en sont composées, telles que les porphyres, les granites, qui tous ont été produits par le feu, sont aussi durs que secs; les métaux, même les plus purs, tels que l'or et l'argent, que je regarde aussi comme des produits du feu, sont de même d'une sécheresse entière[1].

Mais toute matière ne conserve sa sécheresse et sa dureté qu'autant qu'elle est à l'abri de l'action des élémens humides, qui, dans un temps plus ou moins long, la pénètrent, l'altèrent, et semblent quelquefois en changer la nature en lui donnant une forme extérieure toute différente de la première. Les cailloux les plus durs, les laves des volcans, et tous nos verres factices, se convertissent en terre argileuse par la longue impression de l'humidité de l'air; le quartz et tous les autres verres produits par la nature, quelque durs qu'ils soient, doivent subir la même altération, et se convertir à la longue en terre plus ou moins analogue à l'argile.

Ainsi le quartz, comme toute autre matière, doit se présenter dans des états différens : le premier en grandes masses dures et sèches, produites par la vitrification primitive, et telles qu'on les voit au sommet et sur les flancs de plusieurs montagnes; le second de ces états est celui où le quartz se présente en petites masses brisées et décrépitées par le premier refroidissement; et c'est sous cette seconde forme qu'il est entré dans la composition des granites et de plusieurs autres matières vitreuses; le troisième enfin est celui où ces petites masses sont dans un état d'altération ou de décomposi-

1. L'expérience m'a démontré que ces métaux ne contiennent aucune humidité dans leur intérieur. Ayant exposé au foyer de mon miroir ardent, à quarante et cinquante pieds de distance, des assiettes d'argent et d'assez larges plaques d'or, je fus d'abord un peu surpris de les voir fumer long-temps avant de se fondre : cette fumée étoit assez épaisse pour faire une ombre très-sensible sur le terrain éclairé, comme le miroir, par la lumière du soleil; elle avoit tout l'air d'une vapeur humide; et, s'en tenant à cette première apparence, on auroit pu penser que ces métaux contiennent une bonne quantité d'eau; mais ces mêmes vapeurs étant interceptées, reçues, et arrêtées par une plaque d'autre matière, elles l'ont dorée ou argentée. Ce dernier effet démontre donc que ces vapeurs, loin d'être aqueuses, sont purement métalliques, et qu'elles ne se séparent de la masse du métal que par une sublimation causée par la chaleur du foyer auquel il étoit exposé.

tion, produit par les vapeurs de la terre ou par l'infiltration de l'eau. Le quartz primitif est aride au toucher; celui qui est altéré par les vapeurs de la terre, ou par l'eau, est plus doux; et celui qui sert de gangue aux métaux est ordinairement onctueux; il y en a aussi qui est cassant, d'autre qui est feuilleté, etc. : mais l'un des caractères généraux du quartz pur, opaque, ou transparent, est d'avoir la cassure vitreuse, c'est-à-dire par ondes convexes et concaves, également polies et luisantes; et ce caractère très-marqué suffiroit pour indiquer que le quartz est un verre, quoiqu'il ne soit pas fusible au feu de nos fourneaux, et qu'il soit moins transparent et beaucoup plus dur que nos verres factices. Indépendamment de sa dureté, de sa résistance au feu, et de sa cassure vitreuse, il prend souvent un quatrième caractère, qui est la cristallisation si connue du cristal de roche : or le quartz dans son premier état, c'est-à-dire en grandes masses produites par le feu, n'est point cristallisé; et ce n'est qu'après avoir été décomposé par l'impression de l'eau, que ses particules prennent, en se réunissant, la forme des prismes du cristal : ainsi le quartz, dans ce second état, n'est qu'un extrait formé par stillation de ce qu'il y a de plus homogène dans sa propre substance.

Le cristal est en effet de la même nature que le quartz; il n'en diffère que par sa forme et par sa transparence : tous deux frottés l'un contre l'autre deviennent lumineux; tous deux jettent des étincelles par le choc de l'acier; tous deux résistent à l'action des acides, et sont également réfractaires au feu; enfin tous deux sont à peu près de la même densité, et par conséquent leur substance est la même.

On trouve aussi du quartz de seconde formation en petites masses opaques et non cristallisées, mais seulement feuilletées et trouées, comme si cette matière de quartz eût coulé dans les interstices et les fentes d'une terre molle qui lui auroit servi de moule; ce quartz feuilleté n'est qu'une stalactite grosssière du quartz en masse, et cette stalactite est composée, comme le grès, de grains quartzeux qui ont été déposés et réunis par l'intermède de l'eau. Nous verrons, dans la suite, que ce quartz troué sert quelquefois de bases aux agates et à d'autres matières du même genre.

M. de Gensanne attribue aux vapeurs de la terre l'altération et même la production des quartz qui accompagnent les filons des métaux; il a fait sur cela de bonnes observations et quelques expériences que je ne puis citer qu'avec éloge. Il assure que ces vapeurs, d'abord condensées en concrétions assez molles, se cristallisent ensuite en quartz. « C'est, dit-il, une observation que j'ai suivie plusieurs années de suite à la mine de Cramaillot, à Planches-les-Mines en Franche-Comté; les eaux qui suintent à travers les roches de cette mine forment des stalactites au ciel des travaux, et même sur les bois, qui ressemblent aux glaçons qui pendent aux toits pendant l'hiver, et qui sont un véritable quartz. Les extrémités de ces stalactites, qui n'ont pas encore pris une consistance solide, donnent une substance grenue, cristalline, qu'on écrase facilement entre les doigts; et comme c'est un filon de cuivre, il n'est pas rare, parmi ces stalactites, d'y en voir quelques-unes qui forment de vraies malachites d'un très-beau vert. Lorsque les travaux d'une mine ont été abandonnés, et que les puits sont remplis d'eau, il n'est pas rare de trouver, au bout d'un certain temps, la surface de ces puits plus ou moins couverte d'une espèce de matière blanche cristallisée, qui est un véritable quartz, c'est-à-dire un *guhr* cristallisé. J'ai vu de ces concrétions qui avoient plus d'un pouce d'épaisseur. »

Je ne suis point du tout éloigné de ces idées de M. de Gensanne : jusqu'à lui, les physiciens n'attribuoient aucune formation réelle et solide aux vapeurs de la terre; mais ces observations et celles que M. de Lassonne a faites sur l'émail des grès semblent démontrer que, dans plusieurs circonstances, les vapeurs minérales prennent une forme solide et même une consistance très-dure.

Il paroît donc que le quartz, suivant ses différens degrés de décomposition et d'atténuation, se réduit en grains et petites lames qui se rassemblent en masses feuilletées, et que ses stillations plus épurées produisent le cristal de roche; il paroît de même qu'il passe de l'opacité à la transparence par nuances, comme on le voit dans plusieurs montagnes, et particulièrement dans celles des Vosges, où M. l'abbé Bexon nous assure avoir observé le quartz dans plusieurs états différens : il y a trouvé des quartz opaques ou laiteux, et d'autres transparens ou demi transparens; les uns disposés par veines, et d'autres par blocs, et même par grandes masses, faisant partie des montagnes; et tous ces quartz sont souvent accompagnés de leurs cristaux colorés ou non colorés. M. Guettard a observé les grands ro-

chers de quartz blancs de Chipelu et d'Oursière en Dauphiné, et il fait aussi mention des quartz des environs d'Allevard dans cette même province. M. Bowles rapporte que, dans le terrain de la Nata, en Espagne, il y a une veine de quartz qui sort de la terre, s'étend à plus d'une demi-lieue, et se perd ensuite dans la montagne : il dit avoir coupé un morceau de ce quartz, qui étoit à demi transparent et presque aussi fin que du cristal de roche; il forme comme une bande ou ruban de quatre doigts de large, entre deux lisières d'un autre quartz plus obscur, et le long de cette même veine il se trouve des morceaux de quartz couverts de cristaux réguliers de couleur de lait. M. Guettard a trouvé de semblables cristaux sur le quartz, en Auvergne; la plupart de ces cristaux étoient transparens, et quelques-uns étoient opaques, bruns et jaunâtres, ordinairement très-distingués les uns des autres, souvent hérissés de beaucoup d'autres cristaux très-petits, parmi lesquels il y en avoit plusieurs d'un beau rouge de grenat. Il en a vu de même sur les bancs de granite; et lorsque ces cristaux sont transparens et violets, on leur donne en Auvergne le nom d'*améthyste*, et celui d'*émeraude* lorsqu'ils sont verts. Je dois observer ici, pour éviter toute erreur, que l'améthyste est en effet un cristal de roche coloré, mais que l'émeraude est une pierre très-différente qu'on ne doit pas mettre au nombre des cristaux, parce qu'elle en diffère essentiellement dans sa composition, l'émeraude étant formée de lames superposées, au lieu que le cristal et l'améthyste sont composés de prismes réunis. Et d'ailleurs cette prétendue émeraude ou cristal vert d'Auvergne n'est autre chose qu'un spath fluor qui est à la vérité, une substance vitreuse, mais différente du cristal.

On trouve souvent du quartz en gros blocs, détachés du sommet ou séparés du noyau des montagnes. M. Montel, habile minéralogiste, parle de semblables masses qu'il a vues dans les Cévennes, au diocèse d'Alais. « Ces masses de quartz, dit-il, n'affectent aucune figure régulière; leur couleur est blanche; et comme ils n'ont que peu de gerçures, ils n'ont été pénétrés d'aucune terre colorée : ils sont opaques; et quand on les casse, ils se divisent en morceaux inégaux, anguleux.... La fracture représente une vitrification : elle est luisante et réfléchit les rayons de lumière, surtout si c'est un quartz cristallin; car on en trouve quelquefois de cette espèce parmi ces gros morceaux. On ne voit point de quartz d'une forme ronde dans ces montagnes; il ne s'en trouve que dans les rivières ou dans les ruisseaux, et il n'a pris cette forme qu'à force de rouler dans le sable. »

Ces quartz en morceaux arrondis et roulés que l'on trouve dans le lit et les vallées des rivières qui descendent des grandes montagnes primitives sont les débris et les restes des veines ou masses de quartz qui sont tombées de la crête et des flancs de ces mêmes montagnes, minées et en partie abattues par le temps; et non seulement il se trouve une très-grande quantité de quartz en morceaux arrondis dans le lit de ces rivières, mais souvent on voit, sur les collines voisines, des couches entières composées de ces cailloux de quartz arrondis et roulés par les eaux : ces collines ou montagnes inférieures sont évidemment de seconde formation; et quelquefois ces quartz roulés s'y trouvent mêlés avec la pierre calcaire, et tous deux ont également été transportés et déposés par le mouvement des eaux.

Avant de terminer cet article du quartz, je dois remarquer que j'ai employé partout, dans mes Discours sur la théorie de la terre et dans ceux des Époques de la nature, le mot de *roc vif*, pour exprimer la roche quartzeuse de l'intérieur du globe et du noyau des montagnes : j'ai préféré le nom de *roc vif* à celui de *quartz*, parce qu'il présente une idée plus familière et plus étendue, et que cette expression, quoique moins précise, suffisoit pour me faire entendre; d'ailleurs j'ai souvent compris sous la dénomination de *roc vif* non seulement le quartz pur, mais aussi le quartz mêlé de mica, les jaspes, porphyres, granites, et toutes les roches vitreuses en grandes masses que le feu ne peut calciner, et qui par leur dureté étincellent avec l'acier. Les rocs vitreux primitifs diffèrent des rochers calcaires non seulement par leur essence, mais aussi par leur disposition : ils ne sont pas posés par bancs ou par couches horizontales, mais ils sont en pleines masses, comme s'ils étoient fondus d'une seule pièce : autre preuve qu'ils ne tirent pas leur origine du transport et du dépôt des eaux. La dénomination générique de *roc vif* suffisoit aux objets généraux que j'avois à traiter; mais aujourd'hui qu'il faut entrer dans un plus grand détail, nous ne parlerons du roc vif que pour le comparer quelquefois à la *roche morte*, c'est-à-dire à ce même roc quand il a perdu sa dureté et sa consistance par l'impression des élémens humides à la surface de la terre,

ou lorsqu'il a été décomposé dans son sein par les vapeurs minérales.

Je dois encore avertir que quand je dis et dirai que le quartz, le jaspe, l'argile pure, la craie, et d'autres matières, sont infusibles, et qu'au contraire le feld-spath, le schorl, la glaise ou argile impure, la terre limoneuse, et d'autres matières, sont fusibles, je n'entends jamais qu'un degré relatif de fusibilité ou d'infusibilité; car je suis persuadé que tout dans la nature est fusible, puisque tout a été fondu, et que les matières qui, comme le quartz et le jaspe, nous paroissent les plus réfractaires à l'action de nos feux, ne résisteroient pas à celle d'un feu plus violent. Nous ne devons donc pas admettre, en histoire naturelle, ce caractère d'infusibilité dans un sens absolu, puisque cette propriété n'est pas essentielle, mais dépend de notre art, et même de l'imperfection de cet art, qui n'a pu nous fournir encore les moyens d'augmenter assez la puissance du feu pour refondre quelques-unes de ces mêmes matières fondues par la nature.

Nous avons dit ailleurs que le feu s'employoit de trois manières, et que, dans chacune, les effets et le produit de cet élément étoient très-différens : la première de ces manières est d'employer le feu en grand volume, comme dans les fourneaux de réverbère pour la verrerie et pour la porcelaine; la seconde, en plus petit volume, mais avec plus de vitesse au moyen des soufflets ou des tuyaux d'aspiration; et la troisième en très-petit volume, mais en masse concentrée au foyer des miroirs. J'ai éprouvé, dans un fourneau de glacerie, que le feu en grand volume ne peut fondre la mine de fer en grains, même en y ajoutant des fondans; et néanmoins le feu, quoiqu'en moindre volume, mais animé par l'air des soufflets, fond cette même mine de fer sans addition d'aucun fondant. La troisième maniere par laquelle on concentre le volume du feu au foyer des miroirs ardens est la plus puissante et en même temps la plus sûre de toutes, et l'on verra, si je puis achever mes expériences au *miroir à échelons*, que la plupart des matières regardées jusqu'ici comme infusibles ne l'étoient que par la foiblesse de nos feux. Mais, en attendant cette démonstration, je crois qu'on peut assurer, sans craindre de se tromper, qu'il ne faut qu'un certain degré de feu pour fondre ou brûler, sans aucune exception, toutes les matières terrestres, de quelque nature qu'elles puissent être : la seule différence, c'est que les substances pures et simples sont toujours plus réfractaires au feu que les matières composées, parce que, dans tout mixte, il y a des parties que le feu saisit et dissout plus aisément que les autres; et ces parties une fois dissoutes servent de fondant pour liquéfier les premières.

Nous exclurons donc de l'histoire naturelle des minéraux ce caractère d'infusibilité absolue, d'autant que nous ne pouvons le connoitre que d'une manière relative, même équivoque, et jusqu'ici trop incertaine pour qu'on puisse l'admettre; et nous n'emploierons, 1° que celui de la fusibilité relative; 2° le caractère de la calcination ou non calcination avant la fusion, caractère beaucoup plus essentiel, et par lequel on doit établir les deux grandes divisions de toutes les matières terrestres, dont les unes ne se convertissent en verre qu'après s'être calcinées, et dont les autres se fondent sans se calciner auparavant; 3° le caractère de l'effervescence avec les acides, qui accompagne ordinairement celui de la calcination; et ces deux caractères suffisent pour nous faire distinguer les matières vitreuses des substances calcaires ou gypseuses; 4° celui d'étinceler ou faire feu contre l'acier trempé; et ce caractère indique plus qu'aucun autre la sécheresse et la dureté des corps; 5° la cassure vitreuse, spathique, terreuse ou grenue, qui présente à nos yeux la texture intérieure de chaque substance; 6° enfin les couleurs qui démontrent la présence des parties métalliques dont les différentes matières sont imprégnées. Avec ces six caractères, nous tâcherons de nous passer de la plupart de ceux que les chimistes ont employés; ils ne serviroient ici qu'à confondre les productions de la nature avec celles d'un art qui quelquefois, au lieu de l'analyser, ne fait que la défigurer. Le feu n'est pas un simple instrument dont l'action soit bornée à diviser ou à dissoudre les matières; le feu est lui-même une matière qui s'unit aux autres, et qui en sépare et enlève les parties les moins fixes; en sorte qu'après le travail de cet élément les caractères naturels de la plupart des substances sont ou détruits ou changés, et que souvent même l'essence de ces substances en est entièrement altérée.

Le naturaliste, en traitant des minéraux, doit donc se borner aux objets que lui présente la nature, et renvoyer aux artistes tout ce que l'art a produit : par exemple, il décrira les sels qui se trouvent dans le sein de la terre, et ne parlera des sels formés dans nos laboratoires que comme d'objets acces-

soires et presque étrangers à son sujet; il traitera de même des terres argileuses, calcaires, gypseuses, et végétales, et non des terres qu'on doit regarder comme artificielles, telles que la terre alumineuse, la terre sedlitienne, et nombre d'autres qui ne sont que les produits de nos combinaisons; car, quoique la nature ait pu former en certaines circonstances tout ce que nos arts semblent avoir créé, puisque toutes les substances, et même les élémens, sont convertibles par ses seules puissances, et que, pourvue de tous les principes, elle ait pu faire tous les mélanges, nous devons d'abord nous borner à la saisir par les objets qu'elle nous présente, et nous en tenir à les exposer tels qu'ils sont, sans vouloir la surcharger de toutes les petites combinaisons secondaires que l'on doit renvoyer à l'histoire de nos arts.

DU JASPE.

Le jaspe n'est qu'un quartz plus ou moins pénétré de parties métalliques; elles lui donnent les couleurs et rendent sa cassure moins nette que celle du quartz; il est aussi plus opaque : mais comme, à la couleur près, le jaspe n'est composé que d'une seule substance, nous croyons qu'on peut le regarder comme une sorte de quartz, dans lequel il n'est entré d'autres mélanges que des vapeurs métalliques; car du reste le jaspe, comme le quartz, résiste à l'action du feu et à celle des acides; il étincelle de même avec l'acier; et s'il est un peu moins dur que le quartz, on peut encore attribuer cette différence à la grande quantité de ces mêmes parties métalliques dont il est imprégné. Le quartz, le jaspe, le mica, le feld-spath, et le schorl, doivent être regardés comme les seuls verres primitifs; toutes les autres matières vitreuses en grandes masses, telles que les porphyres, les granites, et les grès, ne sont que des mélanges ou des débris de ces mêmes verres, qui ont pu, en se combinant deux à deux, former dix matières différentes [1], et, combinées trois à trois, ont de même pu former encore dix autres matières [2], et enfin combinées quatre à quatre, ou mêlées toutes cinq ensemble, ont encore pu former cinq matières différentes [3].

Quoique tous les jaspes aient la cassure moins brillante que celle du quartz, ils reçoivent néanmoins également le poli dans tous les sens : leur tissu très-serré a retenu les atomes métalliques dont ils sont colorés, et les métaux ne se trouvant en grande quantité qu'en quelques endroits du globe, il n'est pas surprenant qu'il y ait dans la nature beaucoup moins de jaspes que de quartz; car il falloit, pour former les jaspes cette circonstance de plus, c'est-à-dire un grand nombre d'exhalaisons métalliques, qui ne pouvoient être sublimées que dans les lieux abondans en métal. L'on peut donc présumer que c'est par cette raison qu'il y a beaucoup moins de jaspes que de quartz, et qu'ils sont en masses moins étendues.

Mais de la même manière que nous avons distingué deux états dans le quartz, l'un, très-ancien, produit par le feu primitif, et l'autre, plus nouveau, occasioné par la stillation des eaux, de même nous distinguerons deux états dans le jaspe : le premier, où, comme le quartz, il a été formé en grandes masses [4] dans le temps de la vitrifica-

1. 1° Quartz et jaspe; 2° quartz et mica; 3° quartz et feld-spath; 4° quartz et schorl; 5° jaspe et mica; 6° jaspe et feld-spath; 7° jaspe et schorl; 8° mica et feld-spath; 9° mica et schorl; 10° feld-spath et schorl.

2. 1° Quartz, jaspe, et mica; 2° quartz, jaspe, et feld-spath; 3° quartz, jaspe, et schorl; 4° quartz, mica, et feld-spath; 5° quartz, mica, et schorl; 6° quartz, feld spath, et schorl; 7° jaspe, mica, et feld-spath; 8° jaspe, mica, et schorl; 9° jaspe, feld-spath, et schorl; 10° mica, feld-spath, et schorl.

3. 1° Quartz, jaspe, mica, et feld-spath; 2° quartz, jaspe, mica, et schorl; 3° quartz, jaspe, feld-spath, et schorl; 4° jaspe, mica, feld-spath, et schorl; 5° enfin quartz, jaspe, mica, feld-spath, et schorl : en tout vingt-cinq combinaisons ou matières différentes.

4. M. Ferber a vu (à Florence, dans le cabinet de M. Targioni Tozzetti) du jaspe rouge sanguin, veiné de blanc, provenant de Barga, dans les Apennins de la Toscane, où des couches considérables, et même des montagnes entières, sont, dit-il, formées de jaspe.

Les murs de la *capella di Santo-Lorenzo* à Florence sont revêtus de très-belles et grandes plaques de ce jaspe, qui prend très-bien le poli.

Un peu au dessous du château de *Montieri*, dans le pays de Sienne, est la *montagna di Montieri*, formée de schiste micacé; on y trouve d'anciennes minières d'argent, de cuivre et de plomb, et une grande couche, au moins de trois toises d'épais-

tion générale; et le second, où la stillation des eaux a produit de nouveaux jaspes aux dépens des premiers; et ces nouveaux jaspes étant des extraits du jaspe primitif, comme le cristal de roche est un extrait du quartz, ils sont, pour la plupart, encore plus purs et d'un grain plus fin que celui dont ils tirent leur origine. Mais nous devons renvoyer à des articles particuliers l'examen des cristaux de roche et des autres pierres vitreuses, opaques, ou transparentes, que nous ne regardons que comme des stalactites du quartz, du jaspe, et des autres matières primitives [1]; ces substances secondaires, quoique de même nature que les premieres, n'ayant été produites que par l'intermède de l'eau, ne doivent être considérées qu'après avoir examiné les matières dont elles tirent leur origine, et qui ont été formées par le feu primitif. Je ne vois donc dans toute la nature que le quartz, le jaspe, le mica, le feld-spath, et le schorl, qu'on puisse regarder comme des matières simples, et auxquelles on peut ajouter encore le grès pur, qui n'est qu'une agrégation de grains quartzeux, et le talc, qui de même n'est composé que de paillettes micacées. Nous séparons donc de ces verres primitifs tous leurs produits secondaires, tels que les cailloux, agates, cornalines, sardoines, jaspes-agatés, et autres pierres opaques ou demi transparentes, ainsi que les cristaux de roche et les pierres précieuses, parce qu'elles doivent êtres mises dans la classe des substances de dernière formation.

Le jaspe primitif a été produit par le feu presque en même temps que le quartz, et la nature montre elle-même en quelques endroits comment elle a formé le jaspe dans le quartz. « On voit dans les Vosges lorraines, dit un de nos plus habiles naturalistes [2], une montagne où le jaspe traverse et serpente entre les masses de quartz par larges veines sinueuses, qui représentent les soupiraux par lesquels s'exhaloient les sublimations métalliques : car toutes ces veines sont diversement colorées; et partout où elles commencent à prendre des couleurs, la pâte quartzeuse s'adoucit et semble se fondre en jaspe, en sorte qu'on peut avoir dans le même échantillon, et la matière quartzeuse, et le filon jaspé. Ces veines de jaspe sont de différentes dimensions; les unes sont larges de plusieurs pieds, et les autres seulement de quelques pouces : et partout où la veine n'est pas pleine, mais laisse quelques bouillons ou interstices vides, on voit de belles cristallisations, dont plusieurs sont colorées. On peut contempler en grand ces effets de la nature dans cette belle montagne : elle est coupée à pic par différens groupes, sur trois et quatre cents pieds de hauteur; et sur ses flancs, couverts d'énormes quartiers rompus et entassés comme de vastes ruines, s'élèvent encore d'énormes pyramides de ce même rocher, tranché et mis à pic du côté du vallon. Cette montagne, la dernière des Vosges lorraines, sur les confins de la Franche-Comté, à l'entrée du canton nommé *le Val-d'Ajol* [3], fermoit en effet un vallon très-profond, dont les eaux, par un effort terrible, ont rompu la barrière de roche, et se sont ouvert un passage au milieu de la masse de la montagne, dont les hautes ruines sont suspendues de chaque côté. Au fond coule un torrent, dont le bruit accroît l'émotion qu'inspirent l'aspect menaçant et la sauvage beauté de cet antique temple de la nature, l'un des lieux du monde peut-être où l'on peut voir une des plus grandes coupes d'une montagne vitreuse, et contempler plus en grand le travail de la nature dans ces masses primitives du globe. »

On trouve en Provence, comme en Lorraine, de grandes masses de jaspe, particulièrement dans la forêt de l'Esterelle; il s'en trouve encore plus abondamment en Allemagne, en Bohême, en Saxe, et notamment à Freyberg. J'en ai vu des tables de trois pieds de longueur, et l'on m'a assuré qu'on en avoit tiré des morceaux de huit à neuf pieds dans une carrière de l'archevêché de Saltzbourg.

Il y a aussi des jaspes en Italie [4], en Pologne, aux environs de Varsovie et de Grod-

seur, d'un gros jaspe rouge, qui s'étend jusqu'au *castello di Gerfalco* : mais, ce lit étant composé de plusieurs petites couches minces qui ont beaucoup de fentes, on ne peut s'en servir. (*Lettres sur la minéralogie*, etc., page 109.)

1. Le jaspe rouge dans lequel M. Ferber dit avoir vu des coquilles pétrifiées est certainement un de ces jaspes de seconde formation. Il s'explique lui-même de manière à n'en laisser aucun doute. Ce jaspe produit dans des couches calcaires est une stillation vitreuse, comme le silex avec lequel il se trouve.

2. M. l'abbé Bexon, grand-chantre de la Sainte-Chapelle de Paris.

3. Les gens du pays nomment la montagne *Charoux*, et sa vallée *les Vargottes* : elle est située à deux lieues, au midi, de la ville de Remiremont, et une lieue, à l'orient, du bourg de Plombières, fameux par ses eaux minérales chaudes.

4. On trouve dans les églises, dans les palais, et les cabinets d'antiquités de Rome et d'autres villes d'Italie :

1° Le *diaspro sanguigno* ou *eliotropio*, qui est

no, et dans plusieurs autres contrées de l'Europe. On en retrouve en Sibérie ; il y a même près d'Argun une montagne entière de jaspe vert : enfin on a reconnu des jaspes jusqu'en Groenland. Quelques voyageurs m'ont dit qu'il y en a des montagnes entières dans la haute Égypte, à quelques lieues de distance de la rive orientale du Nil. Il s'en trouve dans plusieurs endroits des Grandes-Indes, ainsi qu'à la Chine et dans d'autres provinces de l'Asie; on en a vu de même en assez grande quantité et de plusieurs couleurs différentes dans les hautes montagnes de l'Amérique.

Plusieurs jaspes sont d'une seule couleur, verte, rouge, jaune, grise, brune, noire, et même blanche, et d'autres sont mélangés de ces diverses couleurs ; on les nomme *jaspes tachés*, *jaspes veinés*, *jaspes fleuris*, etc. Les jaspes verts et les rouges sont les plus communs; le plus rare est le jaspe sanguin, qui est d'un beau vert foncé, avec de petites taches d'un rouge vif et semblables à des gouttes de sang, et c'est de tous les jaspes celui qui reçoit le plus beau poli. Le jaspe d'un beau rouge est aussi fort rare; et il y en a de seconde formation, puisqu'un morceau de ce jaspe rouge, cité par M. Ferber, contenoit des impressions de coquilles. Tous les jaspes qui ne sont pas purs et simples, et qui sont mélangés de matières étrangères, sont aussi de seconde formation, et l'on ne doit pas les confondre avec ceux qui ont été produits par le feu primitif, lesquels sont d'une substance uniforme, et ne sont ordinairement que d'une seule couleur dans toute l'épaisseur de leur masse.

Le jade, que plusieurs naturalistes ont regardé comme un jaspe, me paroît approcher beaucoup plus de la nature du quartz [1]; il est aussi dur, il étincelle de même par le choc de l'acier; il résiste également aux acides, à la lime, et à l'action du feu; il a aussi un peu de transparence; il est doux au toucher, et ne prend jamais qu'un poli gras [2]. Tous ces caractères conviennent mieux au quartz qu'au jaspe, d'autant plus que tous les jades des Grandes-Indes et de la Chine sont blancs ou blanchâtres comme le quartz, et que de ces jades blancs au jade vert on trouve toutes les nuances du blanc au verdâtre et au vert. On a donné à ce jade vert le nom de *pierre des Amazones*, parce qu'on le trouve en grande quantité dans ce fleuve, qui descend des hautes montagnes du Pérou, et entraîne ces morceaux de jade avec les débris du quartz et des granites qui forment la masse de ces montagnes primitives.

oriental ; il est vert, avec de petites taches couleur de sang ;

2° *Diaspro rosso ;* on tire la majeure partie de ce jaspe de la Sicile et de Barga en Toscane; il y en a très-peu qui soit antique ;

3° *Diaspro giallo ;* il est brun-jaunâtre, avec de petites veines ondulées vertes et blanches ;

4° *Diaspro fiorito reticellato ;* il est très-beau ; le fond est blanc, transparent, agatisé, avec des taches brunes foncées, plus ou moins grandes, irrégulières, et des raies ou rubans de la même couleur : les taches sont entourées d'une ligne blanche opaque, couleur de lait, et quelquefois jaune. On voit, dans la belle maison de campagne de *Mondragone* et autre part, de très-belles tables composées de plusieurs petits morceaux réunis de cette espèce de pierre ; elle est antique et très-rare. On a aussi du *diaspro fiorito* de Sicile, d'Espagne, et de Constantinople, qui ressemble au *diaspro fiorito reticellato*. (*Lettres sur la minéralogie*, par M. Ferber, pages 335 et 336.)

1. M. de Saussure dit avoir remarqué, dans certains granites, que « le quartz y semble changer de nature, devenir plus dense et plus compacte, et prendre, par gradation, les caractères du jade. » (*Voyage dans les Alpes*, tome I, page 104.)

2. L'*igiada* des minéralogistes italiens paroît être une espèce de jade : mais, si cela est, M. Ferber a tort de regarder l'*igiada* comme un produit de la pierre ollaire verte : il y auroit bien plus de raison de regarder la pierre ollaire comme une décomposition de la substance du jade en pâte argileuse.

DU MICA ET DU TALC.

Le mica est une matière dont la substance est presque aussi simple que celle du quartz et du jaspe, et tous trois sont de la même essence. La formation du mica est contemporaine à celle de ces deux premiers verres; il ne se trouve pas, comme eux, en grandes masses solides et dures, mais presque toujours en paillettes et en petites lames minces et disséminées dans plusieurs matières vitreuses : ces paillettes de mica ont ensuite formé les talcs, qui sont de la même nature, mais qui se présentent en lames beaucoup plus étendues. Ordinairement les matières en petit volume proviennent de celles qui sont en grandes masses : ici, c'est le contraire; le talc en grand volume ne se forme que des parcelles du mica qui a existé le premier, et dont les particules étant réunies par l'intermède de l'eau, ont formé le talc, comme le sable quartzeux s'est réuni par le même moyen pour former le grès.

Ces petites parcelles de mica n'affectent que rarement une forme de cristallisation; et comme le talc réduit en petites particules devient assez semblable au mica, on les a souvent confondus, et il est vrai que les talcs et les micas ont à peu près les mêmes qualités intrinsèques : néanmoins ils diffèrent en ce que les talcs sont plus doux au toucher que les micas, et qu'ils se trouvent en grandes lames, et quelquefois en couches d'une certaine étendue, au lieu que les micas sont toujours réduits en parcelles, qui, quoique très-minces, sont un peu rudes ou arides au toucher. On pourroit donc dire qu'il y a deux sortes de micas, l'un produit immédiatement par le feu primitif, l'autre d'une formation bien postérieure, et provenant des débris mêmes du talc, dont il a les propriétés. Mais tout le talc paroît avoir commencé par être mica; cette douceur au toucher, qui fait la qualité spécifique et la différence du talc au mica, ne vient que de la plus grande atténuation de ses parties par la longue impression des élémens humides. Le mica est donc un verre primitif en petites lames et paillettes très-minces, lesquelles, d'une part, ont été sublimées par le feu ou déposées dans certaines matières, telles que les granites au moment de leur consolidation, et qui, d'autre part, ont ensuite été entraînées par les eaux, et mêlées avec les matières molles, telles que les argiles, les ardoises, et les schistes.

Nous avons dit ailleurs que le verre long-temps exposé à l'air s'irise et s'exfolie par petites lames minces, et qu'en se décomposant il produit une sorte de mica, qui d'abord est assez aigre, et devient ensuite doux au toucher, et enfin se convertit en argile. Tous les verres primitifs ont dû subir ces mêmes altérations lorsqu'ils ont été très-long-temps exposés aux élémens humides, et il en résulte des substances nouvelles dont quelques-unes ont conservé les caractères de leur première origine : les micas en particulier, lorsqu'ils ont été entraînés par les eaux, ont formé des amas et même des masses en se réunissant; ils ont produit les talcs quand ils se sont trouvés sans mélange, ou bien ils se sont réunis pour faire corps avec des matières qui leur sont analogues; ils ont alors formé des masses plus ou moins tendres. Le crayon noir, ou molybdène, la craie de Briançon, la craie d'Espagne, les pierres ollaires, les stéatites, sont tous composés de particules micacées qui ont pris de la solidité; et l'on trouve aussi des micas en masses pulvérulentes, et dans lesquelles les paillettes micacées ne sont point agglutinées et ne forment pas des blocs solides. « Il y a, dit M. l'abbé Bexon, des amas assez considérables de cette sorte de mica au dessous de la haute chaîne des Vosges, dans des montagnes subalternes, toutes composées de débris éboulés des grandes montagnes de granite qui sont derrière et au dessus. Ces amas de mica en paillettes ne forment que des veines courtes et sans suite ou des blocs isolés; le mica y est en parcelles sèches et de différentes couleurs, souvent aussi brillantes que l'or et l'argent, et on le distribue dans le pays sous le nom de *poudre dorée*, pour servir de poussière à mettre sur l'écriture.

« J'ai saisi, continue cet ingénieux observateur, la nuance du mica au talc sur des morceaux d'un granite de seconde formation, remplis de paquets de petites feuilles talqueuses empilées comme celles d'un livre, et l'on peut dire que ces feuilles sont de *grand mica* ou *petit talc*; car elles ont depuis un demi-pouce jusqu'à un pouce ou plus de diamètre, et elles ont en même

temps une partie de la douceur, de la transparence, et de la flexibilité du talc [1]. »

De tous les talcs le blanc est le plus beau; on l'appelle *verre fossile* en Moscovie et en Sibérie, où il se trouve en assez grand volume : il se divise aisément en lames minces et aussi transparentes que le verre; mais il se ternit à l'air au bout de quelques années, et perd beaucoup de sa transparence. On en peut faire un bon usage pour les petites fenêtres des vaisseaux, parce qu'étant plus souple et moins fragile que le verre il résiste mieux à toute commotion brusque, et en particulier à celle du canon.

Il y a des talcs verdâtres, jaunes, et même noirs; et ces différentes couleurs, qui altèrent leur transparence, n'en changent pas les autres qualités. Ces talcs colorés sont à peu près également doux au toucher, souples et plians sous la main, et ils résistent comme le talc blanc, à l'action des acides et du feu.

Ce n'est pas seulement en Sibérie et en Moscovie que l'on trouve des veines ou des masses de talc; il y en a dans plusieurs autres contrées, à Madagascar, en Arabie, en Perse, où néanmoins il n'est pas en feuillets aussi minces que celui de Sibérie. M. Cook parle aussi d'un talc vert qu'il a vu dans la Nouvelle-Zélande, dont les habitans font commerce entre eux : il s'en trouve de même dans plusieurs endroits du continent et des îles de l'Amérique, comme à Saint-Domingue, en Virginie, et au Pérou, où il est d'une grande blancheur et très-transparent. Mais, en citant les relations de ces voyageurs, je dois observer que quelques-uns d'entre eux pourroient s'être trompés en prenant pour du talc des gypses avec lesquels il est aisé de le confondre; car il y a des gypses si ressemblans au talc qu'on ne peut guere les distinguer qu'à l'épreuve du feu de calcination. Ces gypses sont aussi doux au toucher, aussi transparens que le talc : j'en ai vu moi-même dans de vieux vitraux d'église qui n'avoient pas encore perdu toute leur transparence; et même il paroît que le gypse résiste, à cet égard, plus long-temps que le talc aux impressions de l'air.

Il paroît aussi assez difficile de distinguer le talc de certains spaths autrement que par la cassure; car le talc, quoique composé de lames brillantes et minces, n'a pas la cassure spathique et chatoyante comme les spaths, et il ne se rompt jamais qu'obliquement et sans direction déterminée.

La matière qu'on appelle *talc de Venise*, et fort improprement *craie d'Espagne, craie de Briançon*, est différente du talc de Moscovie; elle n'est pas comme ce talc en grandes feuilles minces, mais seulement en petites lames; et elle est encore plus douce au toucher et plus propre à faire le blanc de fard qu'on applique sur la peau.

On trouve aussi du talc en Scanie, qui n'a que peu de transparence. En Norwège, il y en a de deux espèces : la premiere, blanchâtre ou verdâtre, dans le diocèse de Christiana; et la seconde, brune ou noirâtre, dans les mines d'Aruda [2]. « En Suisse le talc est fort commun, dit M. Guettard, dans le canton d'Uri; les montagnes en donnent qui se leve en feuilles flexibles que l'on peut plier, et qui ressemble en tout à celui qu'on appelle communément *verre de Moscovie.* » On tire aussi du talc de la Hongrie, de la Bohème, de la Silésie, du Tyrol, du comté de Holberg, de la Styrie, du mont Bructer, de la Suède, de l'Angleterre, de l'Espagne, etc.

Nous avons cru devoir citer tous les lieux où l'on a découvert du talc en masse, par la raison que, quoique les micas soient répandus, et pour ainsi dire disséminés dans la plupart des substances vitreuses, ils ne forment que rarement des couches de talc pur qu'on puisse diviser en grandes feuilles minces.

En résumant ce que j'ai ci-devant exposé, il me paroît que le mica est certainement un verre, mais qui diffère des autres verres primitifs, en ce qu'il n'a pas pris, comme eux, de la solidité; ce qui indique qu'il étoit exposé à l'action de l'air, et que c'est par cette raison qu'il n'a pu se recuire assez pour devenir solide : il formoit donc la couche extérieure du globe vitrifié; les autres verres se sont recuits sous cette enveloppe et ont pris toute leur consistance : les micas, au contraire, n'en ayant point acquis par la fusion, faute de recuit, sont demeurés friables, et bientôt ont été réduits en particules et en paillettes; c'est là l'origine de ce verre qui diffère du quartz et du jaspe en

1. Mémoires sur l'histoire naturelle de la Lorraine, communiqués par M. l'abbé Bexon.

2. *Actes de Copenhague*, année 1677. M. Pott fait a ce sujet une remarque qui me paroît fondée; il dit que Borrichius confond ici le talc avec la pierre ollaire, et il ajoute que Broémel est tombé dans la même erreur, en parlant de la pierre ollaire dont on fait des pots et plusieurs sortes d'autres vases dans le Semptland; en effet la pierre ollaire, comme la molybdène, quoique contenant beaucoup de talc, doivent être distinguées et séparées des talcs purs. Voyez les *Mémoires de l'Academie de Berlin*, année 1746, pages 65 et suiv.

ce qu'il est un peu moins réfractaire à l'action du feu, et qui diffère en même temps du feld-spath et du schorl en ce qu'il est beaucoup moins fusible et qu'il ne se convertit qu'en une espèce de scorie de couleur obscure, tandis que le feld-spath et le schorl donnent un verre compacte et communément blanchâtre.

Tous les micas blancs ou colorés sont également aigres et arides au toucher : mais lorsqu'ils ont été atténués et ramollis par l'impression des élémens humides, ils sont devenus plus doux et ont pris la qualité du talc; ensuite les particules talqueuses rassemblées en certains endroits par l'infiltration ou le dépôt des eaux se sont réunies par leur affinité, et ont formé les petites couches horizontales ou inclinées dans lesquelles se trouvent les talcs plus ou moins purs et en plaques plus ou moins étendues.

Cette origine du mica et cette composition du talc me paroissent très-naturelles; mais, comme tous les micas ne se présentent qu'en petites lames minces, rarement cristallisées, on pourroit croire que toutes ces paillettes ne sont que des exfoliations détachées par les élémens humides, et enlevées de la surface de tous les verres primitifs en général. Cet effet est certainement arrivé; et l'on ne peut pas douter que les parcelles exfoliées des jaspes, du feld-spath, et du schorl, ne se soient incorporées avec plusieurs matières, soit par sublimation dans le feu primitif, soit par la stillation des eaux : mais il n'en faut pas conclure que les exfoliations de ces trois derniers verres aient formé les vrais micas; car si c'étoit là leur véritable origine, ces micas auroient conservé, du moins en partie, la nature de ces verres dont ils se seroient détachés par exfoliation, et l'on trouveroit des micas d'essence différente, les uns de celle du jaspe, les autres de celle du feld-spath ou du schorl; au lieu qu'ils sont tous à peu près de la même nature et d'une essence qui paroît leur être propre et particulière. Nous sommes donc bien fondés à regarder le mica comme un troisième verre de nature, produit par le feu primitif, et qui, s'étant trouvé à la surface du globe, n'a pu se recuire ni prendre de la solidité comme le quartz et le jaspe.

DU FELD-SPATH.

Le feld-spath est une matière vitreuse, et dont néanmoins la cassure est spathique; il n'est nulle part en grandes masses comme le quartz et le jaspe, et on ne le trouve qu'en petits cristaux incorporés dans les granites et les porphyres, ou quelquefois en petits morceaux isolés dans les argiles les plus pures ou dans les sables qui proviennent de la décomposition des porphyres et des granites : car ce spath est une des substances constituantes de ces deux matières; on l'y voit en petites masses ordinairement cristallisées et colorées. C'est le quatrième de nos verres primitifs : mais comme il semble ne pas exister à part, les anciens naturalistes ne l'ont ni distingué ni désigné par aucun nom particulier; et comme il est presque aussi dur que le quartz, et qu'ils se trouvent presque toujours mêlés ensemble, on les avoit toujours confondus : mais les chimistes allemands ayant examiné ces deux matières de plus près, ont reconnu que celle du feld-spath étoit différente de celle du quartz, en ce qu'elle est très-aisément fusible, et qu'elle a la cassure spathique; ils lui ont donné les noms de *feld-spath* (spath des champs) [1], *fluss-spath* (spath fusible) [2]; et on pourroit l'appeler plus proprement *spath dur* ou *spath étincelant*, parce qu'il est le seul des spaths qui soit assez dur pour étinceler sous le choc de l'acier [3].

Comme nous devons juger de la pureté

1. Sans doute parce que c'est dans les cailloux graniteux répandus dans les champs qu'on l'a remarqué d'abord.

2. Ce nom devroit être réservé pour le véritable spath fusible ou spath phosphorique, qui accompagne les filons des mines, et dont il sera parlé à l'article des matières vitreuses de seconde formation.

3. Caractères du feld-spath suivant M. Bergman :
Il étincelle avec l'acier.
Il se fond au feu sans bouillonnement.
Il ne se dissout qu'imparfaitement dans l'alcali minéral par la voie sèche, mais il fait effervescence avec cet alcali comme le quartz; il se dissout au feu dans le verre de borax sans effervescence, avec bien plus de facilité que le quartz.

Nous ajouterons à ces caractères donnés par M. Bergman que le feld-spath est presque toujours cristallisé en rhombes, et composé de lames brillantes appliquées les unes contre les autres; que, de plus, sa cassure est spathique, c'est-à-dire par lames longitudinales et chatoyantes.

ou plutôt de la simplicité des substances par la plus grande résistance qu'elles opposent à l'action du feu avant de se réduire en verre, la substance du feld-spath est moins simple que celle du quartz et du jaspe, que nous ne pouvons fondre par aucun moyen; elle est même moins simple que celle du mica, qui se fond à un feu tres-violent : car le feld-spath est non seulement fusible par lui-même et sans addition au feu ordinaire de nos fourneaux, mais même il communique la flexibilité au quartz, au jaspe, et au mica, avec lesquels il est intimement lié dans les granites et les porphyres.

Le feld-spath est quelquefois opaque comme le quartz ; mais plus souvent il est presque transparent : les diverses teintes de violet ou de rouge dont ses petites masses en cristaux sont souvent colorées indiquent une grande proximité entre l'époque de sa formation et le temps où les sublimations métalliques pénétroient les jaspes et les teignoient de leurs couleurs; cependant les jaspes, quoique plus fortement colorés, résistent à un feu bien supérieur à celui qui met le feld-spath en fusion : ainsi sa fusibilité n'est pas due aux parties métalliques qui ne l'ont que légèrement coloré, mais au mélange de quelque autre substance. En effet, dans le temps où la matiere quartzeuse du globe étoit encore en demi-fusion, les substances salines, jusqu'alors reléguées dans l'atmosphère avec les matieres encore plus volatiles, ont dû tomber les premières ; et en se mélangeant avec cette pâte quartzeuse elles ont formé le feld-spath et le schorl, tous deux fusibles, parce que tous deux ne sont pas des substances simples, et qu'ils ont reçu dans leur composition cette matière étrangère.

Et l'on ne doit pas confondre le feld-spath avec les autres spaths, auxquels il ne ressemble que par sa cassure *lamellée*, tandis que, par toutes ses autres propriétés, il en est essentiellement différent ; car c'est un vrai verre qui se fond au même degré de feu que nos verres factices : sa forme cristallisée ne doit pas nous empêcher de le regarder comme un véritable verre produit par le feu, puisque la cristallisation peut également s'opérer par le moyen du feu comme par celui de l'eau, et que, dans toute matière liquide ou liquéfiée, nous verrons qu'il ne faut que du temps, de l'espace, et du repos, pour qu'elle se cristallise. Ainsi la cristallisation du feld-spath a pu s'opérer par le feu : mais quelque similitude qu'il y ait entre ces cristallisations produites par le feu et celles qui se forment par le moyen de l'eau, la différence des deux causes n'en reste pas moins réelle ; elle est même frappante dans la comparaison que l'on peut faire de la cristallisation du feld-spath et de celle du cristal de roche : car il est évident que la cristallisation de celui-ci s'opère par le moyen de l'eau, puisque nous voyons le cristal se former, pour ainsi dire, sous nos yeux, et que la plupart des cailloux creux en contiennent des aiguilles naissantes; au lieu que le feld-spath, quoique cristallisé dans la masse des porphyres et des granites, ne se forme pas de nouveau ni de même sous nos yeux, et paroît être aussi ancien que ces matieres dont il fait partie, quelquefois si considérable qu'elle excede dans certains granites la quantité du quartz, et dans certains porphyres celle du jaspe, qui cependant sont les bases de ces deux matières.

C'est par cette même raison de sa grande quantité qu'on ne peut guère regarder le feld-spath comme un extrait ou une exsudation du quartz ou du jaspe, mais comme une substance concomitante aussi ancienne que ces deux premiers verres. D'ailleurs on ne peut pas nier que le feld-spath n'ait une très-grande affinité avec les trois autres matières primitives; car, saisi par le jaspe, il a fait les porphyres; mêlé avec le quartz, il a formé certaines roches dont nous parlerons sous le nom de *pierres de Laponie ;* et joint au quartz, au schorl, et au mica, il a composé les granites : au lieu qu'on ne le trouve jamais intimement mêlé dans les grès ni dans aucune autre matière de seconde formation; il n'y existe qu'en petits débris, comme on le voit dans la belle argile blanche de Limoges. Le feld-spath a donc été produit avant ces dernières matières, et semble s'être incorporé avec le jaspe et mêlé avec le quartz dans un temps voisin de leur fusion, puisqu'il se trouve généralement dans toute l'épaisseur des grandes masses vitreuses qui ont ces matières pour base, et dont la fonte ne peut être attribuée qu'au feu primitif, et que, d'autre part, il ne contracte aucune union avec toutes les substances formées par l'intermède de l'eau : car on ne le trouve pas cristallisé dans les grès; et s'il y est quelquefois mêlé, ce n'est qu'en petits fragmens : le grès pur n'en contient point du tout ; et la preuve en est que ce grès est aussi infusible que le quartz, et qu'il seroit fusible si sa substance étoit mêlée de feld-spath. Il en est de même de l'argile blanche de Limoges, qui est tout aussi réfractaire au feu que le quartz ou le grès

pur, et qui, par conséquent, n'est pas composée de détrimens de feld-spath, quoiqu'on y trouve de petits morceaux isolés de ce spath qui ne s'est pas réduit en poudre comme le quartz dont cette argile paroît être une décomposition.

Le grès pur n'étant formé que de grains de quartz agglutinés, tous deux ne sont qu'une seule et même substance; et ceci semble prouver encore que le feld-spath n'a pu s'unir avec le quartz et le jaspe que dans un état de liquéfaction par le feu, et que, quand il est décomposé par l'eau, il ne conserve aucune affinité avec le quartz, et qu'il ne reprend pas dans cet élément la propriété qu'il eut dans le feu de se cristalliser, puisque nulle part dans le grès on ne trouve ce spath sous une forme distincte ni cristallisée de nouveau, quoiqu'on ne puisse néanmoins douter que les gres feuilletés et micacés, qui sont formés des sables graniteux, ne contiennent aussi les détrimens du feld-spath en quantité peut-être égale à ceux du quartz.

Et puisque ce spath ne se trouve qu'en très-petit volume et toujours mêlé par petites masses et comme par doses dans les porphyres et granites, il paroît n'avoir coulé dans ces matieres, et ne s'être uni à leur substance que comme un alliage additionnel auquel il ne falloit qu'un moindre degré de feu pour demeurer en fusion; et l'on ne doit pas être surpris que, dans la vitrification générale, le feld-spath et le schorl, qui se sont formés les derniers, et qui ont reçu dans leur composition les parties hétérogenes qui tomboient de l'atmosphere, aient pris en même temps beaucoup plus de fusibilité que les trois autres premiers verres, dont la substance n'a été que peu ou point mélangée: d'ailleurs ces deux derniers verres sont demeurés plus long-temps liquides que les autres, parce qu'il ne leur falloit qu'un moindre degré de feu pour les tenir; ils ont donc pu s'allier avec les fragmens décrépités et les exfoliations du quartz et du jaspe, qui déja étoient à demi consolidés.

Au reste, le feld-spath, qui n'a été bien connu en Europe que dans ces derniers temps, entroit néanmoins dans la composition des anciennes porcelaines de la Chine, sous le nom de *pétun-sé;* et aujourd'hui nous l'employons de même pour nos porcelaines, et pour faire les émaux blancs des plus belles faïences.

Dans les porphyres et les granites, le feld-spath est cristallisé tantôt régulierement en rhombes et quelquefois confusément et sans figure déterminée. Nous n'en connoissons que de deux couleurs, l'un blanc ou blanchâtre, et l'autre rouge ou rouge violet; mais on a découvert depuis peu un feld-spath vert, qui se trouve, dit-on, dans l'Amérique septentrionale, et auquel on a donné le nom de *pierre de Labrador:* cette pierre, dont on n'a vu que de petits échantillons, est chatoyante, et composée, comme le feld-spath, de cristaux en rhombes; elle a de même la cassure spathique; elle se fond aussi aisément et se convertit, comme le feld-spath, en un verre blanc. Ainsi on ne peut douter que cette pierre ne soit de la même nature que ce spath, quoique sa couleur soit différente: cette couleur est d'un assez beau vert, et quelquefois d'un vert bleuâtre et toujours à reflets chatoyans. La grande dureté de cette pierre la rend susceptible d'un très-beau poli, et il seroit à désirer qu'on pût l'employer comme le jaspe: mais il y a toute apparence qu'on ne la trouvera pas en grandes masses, puisqu'elle est de la même nature que le feld-spath, qui ne s'est trouvé nulle part en assez grand volume pour en faire des vases ou des plaques de quelques pouces d'étendue.

DU SCHORL.

Le schorl est le dernier de nos cinq verres primitifs ; et comme il a plusieurs caractères communs avec le feld-spath, nous verrons, en les comparant ensemble par leurs ressemblances et par leurs différences, que tous deux ont une origine commune, et qu'ils se sont formés en même temps et par les mêmes effets de nature lors de la vitrification générale.

Le schorl est un verre spathique, c'est-à-dire composé de lames longitudinales comme le feld-spath ; il se présente de même en petites masses cristallisées, et ses cristaux sont des prismes surmontés de pyramides, au lieu que ceux du feld-spath sont en rhombes : ils sont tous deux également fusibles sans addition ; seulement la fusion du feld-spath s'opere sans bouillonnement, au lieu que celle du schorl se fait en bouillonnant. Le schorl blanc donne, comme le feld-spath, un verre blanc, et le schorl brun ou noirâtre donne un verre noir : tous deux étincellent sous le choc de l'acier ; tous deux ne font aucune effervescence avec les acides. La base de tous les deux est également quartzeuse : mais il paroît que le quartz est encore plus mélangé de matieres étrangeres dans le schorl que dans le feld-spath ; car ses couleurs sont plus fortes et plus foncées, ses cristaux plus opaques, sa cassure moins nette, et sa substance moins homogène. Enfin tous deux entrent comme parties constituantes dans la composition de plusieurs matières vitreuses en grandes masses, et en particulier dans celle des porphyres et des granites.

Je sais que quelques naturalistes récens ont voulu regarder comme un schorl les grandes masses d'une matiere qui se trouve en Limosin, et qu'ils ont indiquée sous les noms de *basalte antique* ou de *gabro :* mais cette matiere, qui ne me paroît être qu'une sorte de *trapp,* est très-différente du schorl primitif; elle ne se présente pas en petites masses cristallisées en prismes surmontés de pyramides, elle est au contraire en masses informes; et personne assurément ne pourra se persuader que les cristaux du schorl que nous voyons dans les porphyres et les granites soient de cette même matière de trapp ou de gabro, qui diffère du vrai schorl tant par l'origine que par la figuration, et par le temps de leur formation, puisque le schorl a été formé par le feu primitif, et que ce trapp ou ce gabro n'a été produit que par le feu des volcans.

Souvent les naturalistes, et plus souvent encore les chimistes, lorsqu'ils ont observé quelques rapports communs entre deux ou plusieurs substances, n'hésitent pas de les rapporter à la même dénomination : c'est là l'erreur majeure de tous les méthodistes; ils veulent traiter la nature par genres, même dans les minéraux, où il n'y a que des sortes et point d'espèces ; et ces sortes plus ou moins différentes entre elles ne peuvent par conséquent être indiquées par la même dénomination : aussi les méthodes ont-elles mis plus de confusion dans l'histoire de la nature que les observations n'y ont apporté de connoissances ; un seul trait de ressemblance suffit souvent pour faire classer dans le même genre des matières dont l'origine, la formation, la texture, et même la substance, sont très-différentes : et pour ne parler que du schorl, on verra avec surprise, chez ces *créateurs* de genres, que les uns ont mis ensemble le schorl, le basalte, le trapp, et la zéolite; que d'autres l'ont associé non seulement à toutes ces matières, mais encore aux grenats, aux amiantes, au jade, etc. ; d'autres à la pierre d'azur, et même aux cailloux. Est-il nécessaire de peser sur l'obscurité et la confusion qui résultent de ces assemblages mal assortis, et néanmoins présentés avec confiance sous une dénomination commune, et comme choses de même genre ?

C'est du schorl qui se trouve incorporé dans les porphyres et les granites qu'il est ici question ; et certainement ce schorl n'est ni basalte, ni trapp, ni caillou, ni grenat, et il faut même le distinguer des tourmalines, des pierres de croix, et des autres schorls de seconde formation, qui ne doivent leur origine qu'à la stillation des eaux. Ces schorls secondaires sont différens du schorl primitif, et nous en traiterons, ainsi que de la pierre de corne et du trapp, dans des articles particuliers; mais le vrai, le premier schorl est, comme le feld-spath, un verre primitif qui fait partie constituante des plus anciennes matières vitreuses, et qui quelquefois se trouve dans les produits de leur décomposition, comme dans le cristal de roche, les chrysolithes, les grenats, etc.

Au reste, les rapports du feld-spath et du schorl sont même si prochains, si nombreux, qu'on pourroit en rigueur ne regarder le schorl que comme un feld-spath un peu moins pur et plus mélangé de matières étrangères, d'autant plus que tous deux sont entrés en même temps dans la composition des matières vitreuses dont nous allons parler.

DES ROCHES VITREUSES

DE DEUX ET TROIS SUBSTANCES,

ET EN PARTICULIER DU PORPHYRE.

Après avoir parlé du quartz, du jaspe, du mica, du feld-spath, et du schorl, qui sont les cinq substances les plus simples que la nature ait produites par le moyen du feu, nous allons suivre les combinaisons qu'elle en a faites en les mêlant deux, trois ou quatre, et même toutes cinq ensemble, pour composer d'autres matières par le même moyen du feu, dans les premiers temps de la consolidation du globe : ces cinq verres primitifs, en se combinant seulement deux à deux, ont pu former dix matières différentes, et de ces dix combinaisons il n'y en a que trois qui n'existent pas, ou du moins qui ne soient pas connues.

Les dix combinaisons de ces cinq verres primitifs pris deux à deux sont :

1° Le quartz et le jaspe. Cette matière se trouve dans les fentes perpendiculaires et dans les autres endroits où le jaspe est contigu au quartz; ils sont même quelquefois comme confondus ensemble dans leur jonction, et quelquefois aussi le quartz forme des veines dans le jaspe. J'ai vu une plaque de jaspe noir traversée d'une veine de quartz blanc.

2° Le quartz et le mica. Cette matière est fort commune, et se trouve par grandes masses, et même par montagnes : on pourroit l'appeler *quartz micacé*[1].

3° Le quartz et le feld-spath. Il y a des roches de cette matière en Provence et en Laponie, d'où M. de Maupertuis nous en a

1. « La pierre, dit M. Ferber, que les Allemands appellent *schiste corné* ou *schiste de corne* est formée de quartz et de mica, et ce schiste de corne n'est pas la même chose que la pierre de corne ; celle-ci est une espèce de silex, ou pierre à fusil. »

Nous ne pouvons nous dispenser d'observer que cet habile minéralogiste est ici tombé dans une double méprise. D'abord il n'y a aucun schiste qui soit formé de quartz et de mica ; et il n'eût point dû appliquer à ce composé de quartz et de mica le nom de *schiste de corne*, puisqu'il dit que ce schiste de corne n'a rien de commun avec la pierre de corne, qui, selon lui, est un silex : ce qui est une seconde méprise ; car la pierre de corne n'est point un silex, mais une pierre composée de schiste et de matière calcaire. Tout quartz mêlé de mica doit être appelé *quartz micacé*, tant que le mica n'a pas changé de nature ; et lorsque, par sa décomposition, il s'est converti en argile ou en schiste, il faut nommer *quartz schisteux* ou *schiste quartzeux* la pierre composée des deux.

« Il y a dans le Piémont, continue M. Ferber, des montagnes calcaires et des montagnes quartzeuses ; celles-ci ont des raies plus ou moins fortes de mica, et c'est de cette espèce de pierres que sont formées les montagnes voisines de Turin : on les nomme *sarris ;* on s'en sert pour les fondations des bâtimens, pour des colonnes, etc. » (*Lettres sur la minéralogie*, par M. Ferber, page 456.)

Le même M. Ferber (page 344), en parlant d'un prétendu granite à deux substances, quartz et mica, s'exprime encore dans les termes suivans : « Quand il n'entre point du tout de spath dur (feld-spath) dans la composition des granites, on nomme alors ce mélange de quartz et de mica *hornberg*, *hornfels*, *gestellstein ;* ce qui vient de l'usage qu'on en fait dans les fourneaux de fonderie. Lorsque le mica y est plus abondant, la pierre est schisteuse. »

Le nom de *gestellstein* (pierre de fondement, ou base des fourneaux) me paroît aussi impropre que celui de *schiste corné*, pour désigner la matière vitreuse qui n'est composée que de quartz et de mica, et non de schiste ; et M. le baron de Dietrich remarque avec raison (pages 491 et 492 des *Lettres sur la minéralogie*, note du traducteur) « qu'il y a beaucoup de roches composées qui n'ont aucune dénomination ; que d'autres, au contraire, en ont tant et de si indéterminées, que l'on ne s'entend point lorsqu'on se sert de ces noms ; par exemple, le granite, la roche cornée, ce qu'on nomme en allemand *gestellstein*, sont des noms que l'on confond souvent, et que l'on applique mal. Chaque granite proprement dit doit renfermer du quartz, du spath dur (feld-spath), et du mica : mais on nomme aussi *granite* cette même espèce de pierre, quand il n'y a pas de feld-spath, tandis

apporté un échantillon[1]. Quelques naturalistes ont appelé cette pierre *granite simple*, parce qu'elle ne contient que du quartz et du feld-spath, sans mélange de mica ni de schorl; et c'est de cette même composition qu'est formée la roche de Provence, décrite par M. Angerstein[2] sous le nom mal appliqué de *petrosilex*.

4° Le quartz et le schorl. Cette matière est composée de quartz blanc, ou blanchâtre, et de schorl tantôt noir et tantôt vert, ou verdâtre, distribué par taches irrégulières. Ce premier mélange taché de noir sur un fond blanc a été nommé improprement *jaspe d'Égypte* et *granite oriental*, et le second mélange a été tout aussi mal nommé *porphyre vert*. Nous ne croyons pas qu'il soit nécessaire d'avertir que cette pierre quartzeuse tachetée de noir ou de vert par le mélange d'un schorl de l'une ou de l'autre de ces couleurs n'est ni jaspe, ni granite, ni porphyre. J'ignore si cette matière se trouve en grande masse; mais je sais qu'elle reçoit un beau poli, et qu'elle frappe agréablement les yeux par le contraste des couleurs.

qu'alors elle doit être nommée *roche cornée* (en suédois, *graeberg*); car les parties essentielles de la roche cornée sont du quartz dans lequel il y a des taches ou des raies grossières de mica, séparées les unes des autres. Mais lorsque ces raies de mica sont très-rapprochées, et que par là la roche devient schisteuse ou feuilletée, on la nomme en allemand *gestellsteir*, d'après l'usage que l'on en fait pour les fourneaux.... On désigne aussi par *roche de corne* quelques cailloux (*petrosilex*).... On ne devroit donner le nom de *schiste corné* qu'à l'espèce de pierre dans laquelle le quartz est intimement lié avec le mica, de manière qu'ils ne sauroient être distingués de l'un et l'autre à la vue. »

Le savant traducteur finit, comme l'on voit, à l'égard du prétendu schiste corné, par tomber dans la mauvaise application des noms qu'il censure.

1. Il s'en est trouvé aussi dans les Alpes.

2. « Dans la forêt de l'Esterelle en Provence, entre Cannes et Fréjus, il y a une montagne de roche grossière et grisâtre entremêlée de mica, de quartz, et de feld-spath, les mêmes espèces qui entrent dans la composition des granites, avec cette différence qu'elles sont plus mûres, plus fines, et plus compactes dans ceux-ci que dans l'autre.... Et plus loin on trouve une pierre rougeâtre appelée *petrosilex*, c'est-à-dire caillou de roche, qui est la mère des porphyres et des jaspes, de même que la pierre brute grise, dont je viens de parler, est la mère des granites. On trouve des petrosilex qui sont noirs, bruns, rougeâtres, verts, et bleuâtres.

« A mesure qu'on avance, cette pierre devient plus dure; on y voit des taches opaques d'un petit feld-spath, semblables à celles qu'on voit dans le porphyre d'Égypte : on y aperçoit aussi de petites taches de plomb, lesquelles se trouvent aussi, quoique rarement, dans les porphyres antiques; ces taches sont cristallisées comme les autres; mais on juge par la couleur que c'est un minéral qu'on appelle *molybdena*, lequel, aussi bien que le schorl ou le *corneus cristallisatus*, peut être compté parmi les minéraux inconnus.... Vers le sommet de la montagne de l'Esterelle, ce même porphyre acquiert encore une autre sorte de taches qui, par leur transparence, ressemblent au verre, étant formées en cristaux spatheux, pyramidaux, et pointus aux deux bouts; mais à mesure que les taches nouvelles s'accroissent, les autres disparoissent. Ce nouveau porphyre est plus beau que l'autre dans son poli, et ses taches deviennent entièrement transparentes quand on le scie en plaques minces. »

Je remarquerai que cette pierre, que M. Angerstein a ci-devant regardée comme *la mère du porphyre*, devient ici une matière dont la finesse du grain, la dureté, et la consistance, l'ont déterminé à placer cette pierre parmi les jaspes.

« En avançant quelques lieues, continue-t-il, dans les bois de l'Esterelle, on ne remarque plus qu'une continuité de ce changement alternatif de porphyre et de jaspe : mais dans certains endroits, et surtout du côté de Fréjus, ces deux sortes de pierres sont amoncelées et congelées l'une avec l'autre, et forment un produit qui a le caractère du marbre sérancolin des Pyrénées.

« Au sud-ouest, on trouve, au pied de la montagne, le petrosilex : dans cet endroit, il est tantôt rouge-brun, tantôt tirant sur le bleu céleste, tantôt sur le vert; ce qui fait présumer que l'on pourroit y trouver encore des jaspes et des porphyres verts et bleuâtres, parce qu'on a vu ci-devant que le petrosilex ou le caillou de roche d'un rouge-brun a donné l'origine aux jaspes et aux porphyres de la même couleur.

« En dernier lieu, on remarque une petite colline d'une pierre appelée *corneus*, d'un gris foncé, mêlé de fibres en forme de petits filets, et de taches de spath cristallisé à quatorze pans, et quelquefois congelées en forme de grappes : arrivé à Fréjus, toutes ces pierres disparoissent. » (*Remarques sur les montagnes de Provence*, par M. Angerstein, dans les *Mémoires des savans étrangers*, t. II.)

Nous devons faire observer que cette idée de M. Angerstein, de regarder la roche grossière et grisâtre de la forêt de l'Esterelle en Provence comme la *mère des granites*, est sans aucun fondement : car les granites ne sont pas des pierres enfantées immédiatement par d'autres pierres; et cette prétendue mère des granites n'est elle-même qu'un granite gris qui ressemble aux autres par sa composition, puisqu'il contient du quartz, du mica, et du feld-spath, de l'aveu même de l'auteur. Il dit même que son *petrosilex* est la *mère des porphyres et des jaspes*; ce qui n'est pas plus fondé, puisque ni le jaspe ni le porphyre ne contiennent point de quartz; tandis que ce prétendu *petrosilex* étant composé de quartz et de feld-spath, n'a point de rapport avec les jaspes; il est du nombre des matières de la troisième combinaison dont nous venons de parler, ou, si l'on veut, il fait la nuance entre cette pierre et les granites, parce qu'on y voit quelques taches de *plomb noir* ou *molybdène*, qui, comme l'on sait, est une matière micacée; il n'est donc pas possible que ce petrosilex ait produit des jaspes, puisqu'il n'en contient pas la matière. Ainsi la distinction que cet observateur fait entre le granite, la roche grisâtre, *mère des granites*, et son petrosilex, *mère des porphyres et des jaspes*, ne me paroît pas établie sur une juste comparaison; et, de plus, nous verrons que le vrai petrosilex est une matière différente de celle à laquelle M. Angerstein en applique ici le nom.

5° Le jaspe et le mica. Cette combinaison n'existe peut-être pas dans la nature, du moins je ne connois aucune substance qui la représente; et lorsque le mica se trouve avec le jaspe, il est seulement uni légèrement à sa surface, et non pas incorporé dans sa substance.

6° Le jaspe et le feld-spath, et 7° le jaspe et le schorl. Ces deux mélanges forment également des porphyres.

8° Le mica et le feld-spath. Il en est de ce mélange à peu près comme du cinquième, c'est-à-dire de celui du jaspe et du mica: on trouve en effet du feld-spath couvert et chargé de mica, mais qui n'est point incorporé dans sa substance.

9° Le mica et le schorl. Cette combinaison ne m'est pas mieux connue, et peut-être n'existe pas plus dans la nature que la précédente et la cinquième.

10° Le feld-spath et le schorl. Ce mélange est celui qui a formé la matiere des ophites, dont il y a plusieurs variétés, mais toutes composées de feld-spath plus ou moins mêlé de schorl de différentes couleurs.

Des dix combinaisons de ces mêmes cinq verres primitifs pris trois à trois, et qui, dans la spéculation, paroissent être également possibles, nous n'en connoissons néanmoins que trois, dont deux forment les granites, et la troisième un porphyre différent des deux premiers: car, 1° le quartz, le feld-spath, et le mica, composent la substance de plusieurs granites; 2° d'autres granites, au lieu de mica, sont mêlés de schorl, et 3° il y a du porphyre composé de jaspe, de feld-spath, et de schorl.

Enfin des quatre combinaisons des cinq verres primitifs pris quatre à quatre, nous n'en connoissons qu'une qui est encore un granite, dans la composition duquel le quartz, le mica, le feld-spath, et le schorl, se trouvent réunis. Je doute qu'il y ait aucune matiere de premiere formation qui contienne ces cinq matieres ensemble; tant il est vrai que la nature ne s'est jamais soumise à nos abstractions: car de ces vingt-cinq combinaisons, toutes également possibles en spéculation, nous n'en pouvons compter en réalité que onze, et peut-être même dans ce nombre y en a-t-il quelques-unes qui n'ont pas été produites, comme les autres, par le feu primitif, et qui n'ont été formées que des détrimens des premières, réunis par l'intermède de l'eau.

Quoi qu'il en soit, le porphyre est la plus précieuse de ces matieres composées; c'est, après le jaspe, la plus belle des substances vitreuses en grandes masses. Il est, comme nous venons de le dire, formé de jaspe, de feld-spath, et de petites parties de schorl incorporées ensemble. On ne peut le confondre avec les jaspes, puisque ceux-ci sont d'une substance simple, et ne contiennent ni feld-spath ni schorl; on ne doit pas non plus mettre le porphyre au nombre des granites, parce qu'aucun granite ne contient de jaspe, et qu'ils sont composés de trois et même de quatre autres substances, qui sont le quartz, le feld-spath, le schorl, et le mica: de ces trois ou quatre substances, il n'y a que le feld-spath et le schorl qui soient communs aux deux. Le porphyre a donc sa nature propre et particuliere, et il paroît être plus éloigné du granite que du jaspe; car le quartz, qui entre toujours dans la composition des granites, ne se trouve point dans les porphyres, qui tous ne contiennent que du jaspe, du feld-spath, et du schorl.

Le nom de *porphyre* sembleroit désigner exclusivement une matière d'un rouge de pourpre, et c'est en effet la couleur du plus beau porphyre; mais cette dénomination s'est étendue à tous les porphyres, de quelque couleur qu'ils soient: car il en est des porphyres comme des jaspes; il y en a de plus ou moins colorés de rouge, de brun, de vert, et de différentes nuances de quelques autres couleurs. Le porphyre rouge est semé de très-petites taches plus ou moins blanches, et quelquefois rougeâtres; ces taches présentent les parties du feld-spath et du schorl, qui sont disséminées et incorporées dans la pâte du jaspe: et le caractère essentiel de tous les porphyres, et par lequel ils sont toujours reconnoissables, c'est ce mélange du feld-spath ou du schorl, ou de tous deux ensemble, avec la matière du jaspe: ils sont d'autant plus opaques et plus colorés que le jaspe est entré en plus grande quantité dans leur composition; et ils prennent au contraire un peu de transparence lorsque le feld-spath y est en grande quantité. Nous pouvons, à ce sujet, observer qu'en général, dans les matieres vitreuses produites par le feu primitif, plus il y a de transparence, et plus il y a de dureté; au lieu que, dans les matières calcinables, toutes formées par l'intermede de l'eau, la transparence indique la mollesse. Ainsi moins un porphyre est opaque, plus il est dur; et, au contraire, plus un marbre est transparent, plus il est tendre: on le voit évidemment dans le marbre de Paros et dans les albâtres. Cette différence vient de ce que

le spath calcaire est plus tendre que la pâte du marbre dans laquelle il est mêlé, et que le feld-spath et le schorl sont aussi durs que le quartz et le jaspe, avec lesquels ils sont incorporés dans les porphyres et les granites.

Il n'y a ni quartz ni mica dans les porphyres, et il est aisé de les distinguer des granites, qui contiennent toujours du quartz, et souvent du mica ; il y a plus de cohérence entre les parties de la matière dans les porphyres que dans les granites, surtout dans ceux où le mélange du mica diminue non seulement la cohésion des parties, mais aussi la densité de la masse. Dans le porphyre, c'est le fond, ou la pâte, qui est profondément coloré, et les grains de feld-spath et de schorl sont blancs, ou quelquefois ils sont de la couleur du fond, et alors seulement d'une teinte plus foible : dans le granite, au contraire, c'est le feld-spath et le schorl qui sont colorés, et le quartz, que l'on peut regarder comme sa pâte, est toujours blanc; et c'est ce qui prouve que le porphyre a la matière du jaspe pour base, comme le granite celle du quartz.

Quelques naturalistes, en convenant avec moi que le feld-spath et le schorl entrent comme parties constituantes dans les porphyres, se refusent à croire que la matiere qui en fait la pâte soit réellement du jaspe, et ils se fondent sur ce que la cassure du porphyre n'est pas aussi nette que celle du jaspe; mais ils ne font pas attention que parmi les jaspes il y en a qui ont la cassure un peu terreuse, comme le porphyre, et qu'on ne doit le comparer qu'aux jaspes communs qui se trouvent en grandes masses, et non aux jaspes fins qui sont de seconde formation Ces nouveaux jaspes ont la cassure plus brillante que celle des anciens, desquels ils tirent leur origine ; et ces anciens jaspes ne different pas par leur cassure de la matiere qui fait la pâte des porphyres.

Quoique beaucoup moins commun que les granites, le porphyre ne laisse pas de se trouver en fortes masses et même par grands blocs en quelques endroits [1] : il est ordinairement voisin des jaspes, et tous deux portent, comme le granite, sur des roches quartzeuses; et cette proximité indique entre eux une formation contemporaine. La solidité tres-durable de la substance du porphyre atteste de même son affinité avec le jaspe; ils ne se ternissent tous deux que par une très-longue impression des élémens humides ; et de toutes les matières du globe que l'on peut employer en grand volume, le quartz, le jaspe, et le porphyre, sont les plus inaltérables : le temps a effacé et détruit en partie les caractères hiéroglyphiques des colonnes et des pyramides du granite égyptien, au lieu que les jaspes et les porphyres, dans les monumens les plus anciens, ne paroissent avoir reçu que de légères atteintes du temps, et il est à croire qu'il en seroit de même des ouvrages faits de quartz, si les anciens l'eussent employé ; mais comme il n'a ni couleurs brillantes ni variétés dans sa substance, et que sa grande dureté le rend très-difficile à travailler et à polir, on l'a toujours rejeté; et, d'autre part, les porphyres et les jaspes ne se trouvant que rarement en grandes masses continues, on a de tout temps préféré les granites à ces premières matieres pour les grands monumens.

Le quartz, qui forme la roche intérieure du globe, est en même temps la base universelle des autres matières vitreuses; il soutient les masses des granites et celles des porphyres et des jaspes, et tous sont plus ou moins contigus à cette roche primitive à laquelle ils tiennent comme à leur matrice ou mère commune, qui semble les avoir nourris des vapeurs qu'elle a laissées transpirer, et qui leur a fait part des trésors de son sein en les teignant des plus riches couleurs.

M. Ferber, ayant curieusement examiné tous les porphyres en Italie, les distingue en cinq sortes : 1° le porphyre rouge, qui est le plus commun, et dont le fond est d'un rouge foncé avec de petites taches blanches et oblongues, souvent irrégulieres ou parallélipipedes. Le fond de ce porphyre est d'un rouge plus ou moins foncé, et quelquefois si brun, qu'il tire sur le noir. « On ne peut nier, dit-il, que la matiere de ces taches ne soit du spath dur, opaque, compacte, blanc de lait, et en même temps de la nature du *schorl;* ce que la forme et la simple vue indiquent assez. Il en est de même des autres sortes de porphyres, et il me paroît que les taches sont d'une espèce de pierre qui tient le milieu entre le feld-spath et le schorl. En général, continue-t-il, il y a très-peu de différence essentielle entre le schorl, le spath dur ou feld-spath, le quartz, les autres cailloux, et les grenats. »

Je dois observer que tout ce que dit ici

1. On en voit à Constantinople de très-hautes colonnes d'une seule pièce, dans l'église de Sainte-Sophie ; on croit que ces colonnes viennent de la Thebaïde.

M. Ferber, loin de répandre de la lumière sur ce sujet, y porte de la confusion. Le schorl ne doit pas être confondu avec le feld-spath; il n'y a point de pierre dont la substance tienne le milieu entre le feld-spath et le schorl. La substance qui, dans les porphyres, se trouve incorporée avec la matière du jaspe, n'est pas uniquement du schorl, mais aussi du feld-spath. La différence du schorl au feld-spath est bien connue, et certainement le schorl, le *spath dur* (feld-spah), le quartz, les *cailloux*, et les grenats, ont chacun entre eux des différences essentielles que ce minéralogiste n'auroit pas dû perdre de vue.

« 2° Le porphyre taché de blanc, continue M. Ferber, dont il y a deux variétés : la première est le porphyre noir, proprement dit, dont le fond est entièrement noir avec de petites taches oblongues, et qui ne diffère du porphyre rouge que par cette couleur du fond; la seconde variété est la *serpentine noire antique*, dont le fond est noir avec de grandes taches blanches oblongues ou parallélipipèdes.

« 3° Le porphyre à fond brun avec de grandes taches verdâtres oblongues; il s'en trouve aussi dont le fond est d'un brun rougeâtre avec des taches d'un vert clair, et d'autres dont le fond est d'un brun noirâtre avec des taches moitié noirâtres et moitié verdâtres.

« 4° Le porphyre vert, dont il y a plusieurs variétés : 1° la serpentine verte antique, dont le fond est vert, et les taches oblongues et parallélipipèdes sont d'un vert plus ou moins clair, et de la nature du *feld-spath* ou du *schorl*. On trouve quelquefois dans ces pierres des bulles telles que celles qui se forment dans les matières fondues par la sortie de l'air qui y est renfermé : on y voit aussi assez souvent des taches blanches et transparentes arrondies irrégulièrement, et qui paroissent être de la nature de l'agate. 2° Le porphyre à fond vert taché de blanc. 3° Le porphyre à fond vert foncé avec des taches noires. 4° Le porphyre à fond vert clair, ou plutôt jaune verdâtre taché de noir.

« 5° Le porphyre vert, proprement dit, qui a plusieurs variétés : la première à fond vert foncé presque noir, de la nature du jaspe, avec des taches blanches distinctes, oblongues, *en forme de schorl*, plus grandes que les taches du porphyre noir, et plus petites que celles de la serpentine noire antique. La seconde variété est à fond de la nature du jaspe, d'un vert foncé avec de petites taches blanches, rondes, et longues, et ressemble, à la couleur près, au porphyre rouge. La troisième à fond vert foncé, qui est de la nature du *trapp;* les taches sont blanches, quartzeuses, irrégulières, et quelquefois si grandes et si nombreuses, qu'on diroit, avec raison, que le fond est blanc : de temps en temps le fond s'est cristallisé en rayons de schorl; alors cette espèce de porphyre vert se rapproche beaucoup de l'espèce du granite qui est mêlé de schorl au lieu de mica. La quatrième à fond vert foncé de la nature du *trapp*, comme celle du précédent, avec de petites taches blanches serrées, oblongues comme du schorl, rarement d'une figure régulière ou déterminée, mais entrelacées les unes dans les autres, et repliées comme de petits vers : les ouvriers appellent cette variété *porphyre vert fleuri*. La cinquième d'un fond vert clair de la nature du *trapp* avec de petites taches oblongues, de figure déterminée, et détachées les unes des autres, et de petits rayons de schorl noir. »

Je ne puis m'empêcher d'observer encore que cet habile minéralogiste confond ici le schorl avec le feld-spath dans sa description de la première variété du porphyre vert, et qu'en même temps qu'il semble attribuer au feu la formation de cette pierre, il dit qu'on y trouve des agates; or, l'agate étant formée par l'eau, il n'est pas probable que cette pierre de porphyre ait été pour le reste produite par le feu, à moins d'imaginer que l'agate s'est produite par infiltration dans les bulles dont M. Ferber remarque que cette pierre est soufflée.

Je remarquerai aussi que sur ces cinq variétés il n'y a que les deux premières qui soient de vrais porphyres, et qu'à l'égard des trois dernières variétés dont le fond n'est pas de jaspe, mais de la matière tendre appelée *trapp*, on ne doit pas les mettre au nombre des porphyres, puisqu'elles en diffèrent non seulement par leur moindre dureté, mais même par leur composition, et autant que le jaspe diffère du trapp. Ceci nous démontre que M. Ferber a confondu sous le nom de *porphyre*, plusieurs substances qui sont d'une autre essence, et que celles qu'il nomme *serpentines noires antiques* et *serpentines vertes antiques* sont peut-être, comme le trapp, des matières différentes du porphyre; nous pouvons même dire que ceux qui, comme M. Ferber dans le Vicentin, et M. Soulavie dans le Vivarais, n'ont observé la nature qu'en désordre, n'ont pu prendre que de fausses idées

de ses ouvrages, et se méprendre sur leur formation. Dans ces terrains bouleversés, les matières produites par le feu primitif, mêlées à celles qui ont ensuite été formées par le transport ou l'intermède de l'eau, et toutes confondues avec celles qui ont été altérées, dénaturées, ou fondues par le feu des volcans, se présentent ensemble; ils n'ont pu reconnoître leur origine, ni même les distinguer assez pour ne pas tomber dans de grandes erreurs sur leur formation et leur essence. Il me paroît donc que, quoique M. Ferber soit un des plus attentifs de ces observateurs, on ne peut rien conclure de ses descriptions et observations, sinon qu'il se trouve dans ces terrains volcanisés des matières presque semblables aux vrais porphyres; et si cela est, n'y a-t-il pas toute raison de penser avec moi que le feu primitif a formé les premiers porphyres, dans lesquels je n'ai admis que le mélange du jaspe, du feld-spath, et du schorl, parce que je n'ai jamais vu dans le porphyre des parties quartzeuses, et que je pense qu'il faut distinguer les vrais et anciens porphyres, produits par le feu primitif, de ceux qui l'ont été postérieurement par celui des volcans? ceux-ci peuvent être mêlés de plusieurs autres matières de seconde formation; au lieu que les premiers ne pouvoient être composés que des verres primitifs, seules matières qui existoient alors.

Après le quartz, le jaspe, le mica, le feld-spath, et le schorl, qui sont les substances les plus simples, on peut donc dire que, de toutes les autres matières en grandes masses et produites par le feu, le porphyre et les roches vitreuses, dont nous venons de parler, sont les plus simples, puisqu'ils ne contiennent que deux ou trois de ces premières substances : cependant ces mêmes roches vitreuses et les porphyres ne sont pas, à beaucoup près, aussi communs que le granite, qui contient trois et souvent quatre de ces substances primitives; c'est de toutes les matières vitreuses la plus abondante, et celle qui se trouve en plus grandes masses, puisque le granite forme les chaînes de la plupart des montagnes primitives sur tout le globe de la terre; c'est même cette grande quantité de granite qui a fait penser à quelques naturalistes qu'on devoit le regarder comme la pierre primitive de laquelle toutes les autres pierres vitreuses avoient tiré leur origine. Je conviens avec eux que le granite a donné naissance à un grand nombre d'autres substances par ses différentes exsudations et décompositions; mais, comme il est lui-même composé de trois ou quatre matières très-évidemment reconnoissables, il faut nécessairement admettre la priorité de l'existence de ces mêmes matières, et par cette raison regarder le quartz, le mica, le feld-spath, et le schorl qu'il contient, comme des substances dont la formation est antérieure à la sienne.

En suivant l'ordre qui nous conduit des substances simples aux matières composées, et toujours en grandes masses, nous avons donc d'abord le quartz, le jaspe, le mica, le feld-spath, et le schorl, que nous regardons comme des matières simples; ensuite les roches vitreuses, qui ne contiennent que deux de ces cinq premières substances; après quoi viennent les porphyres et les granites, qui en contiennent trois ou quatre. On verra qu'en général le développement des causes et des effets dans la formation des masses primitives du globe s'est fait dans une succession relative aux différens degrés de leur densité, solidité, et fusibilité respective, et que, de tous les mélanges ou combinaisons qui se sont faites des cinq verres primitifs, celle de la réunion du quartz, du mica, du feld-spath, et du schorl, est non seulement la plus commune, mais qu'elle est tellement universelle et si générale, que les granites semblent avoir exclu les résultats de la plupart des autres combinaisons de ces verres primitifs.

DU GRANITE.

De toutes les matières produites par le feu primitif, le granite est la moins simple et la plus variée : il est ordinairement composé de quartz, de feld-spath, et de mica ; ou enfin de quartz, de feld-spath, de schorl, et de mica : de ces quatre substances primitives, les plus fusibles sont le feld-spath et le schorl. Ces verres de nature se fondent sans addition au même degré de feu que nos verres factices, tandis que le quartz résiste au plus grand feu de nos fourneaux : le feld-spath et le schorl sont aussi beaucoup plus fusibles que le mica, auquel il faut appliquer le feu le plus violent pour le réduire en verre, ou plutôt en scories spumeuses. Enfin le feld-spath et le schorl communiquent la fusibilité aux matières dans lesquelles ils se trouvent mélangés, telles que les porphyres, les ophites, et les granites, qui tous peuvent se fondre sans aucune addition ni fondant étranger [1] : or ces différens degrés de fusibilité respective dans les matieres qui composent le granite, et particulierement la grande fusibilité du feld-spath et du schorl, me semblent suffire pour expliquer d'une manière satisfaisante la formation du granite.

En effet le feu qui tenoit le globe de la terre en liquéfaction a nécessairement eu des degrés différens de force et d'action : le quartz ne pouvoit se fondre que par le feu le plus violent, et n'a pu demeurer en fusion qu'autant de temps qu'a duré cette extrême chaleur ; dès qu'elle a diminué, le quartz s'est d'abord consolidé ; et sa surface, frappée du refroidissement, s'est fendue, écaillée, égrenée, comme il arrive à toute espèce de verre exposé à l'action de l'air. Toute la superficie du globe devoit donc être couverte de ces premiers débris de la décrépitation du quartz immédiatement après sa consolidation ; et les groupes élancés des montagnes isolées, les sommets des grandes boursouflures du globe, qui dès lors s'étoient faites dans la masse quartzeuse, ont été les premiers lieux couverts de ces débris du quartz, parce que ces éminences, qui présentoient toutes leurs faces au refroidissement, en ont été plus complétement et plus vivement frappées que toutes les autres portions de la terre.

Je dis refroidissement, par rapport à la prodigieuse chaleur qui avoit jusqu'alors tenu le quartz en fusion ; car, dans le moment de sa consolidation, le feu étoit encore assez violent pour dissiper les micas, dont l'exfoliation ne fut que le second détriment du quartz, déjà brisé en écailles et en grains par le premier degré du refroidissement. Le feld-spath et le schorl, bien plus fusibles que le mica, étoient encore en pleine fonte au point de feu où le quartz, déjà consolidé, s'égrenoit faute de recuit, et formoit les micas par ses exfoliations.

Le feld-spath et le schorl doivent donc être considérés comme les dernieres fontes des matieres vitreuses ; ces deux derniers verres, en se refroidissant, durent s'amalgamer avec les détrimens des premiers. Le feu qui avoit tenu le quartz en fusion étoit bien plus violent que celui qui tenoit dans ce même état le feld-spath et le schorl ; et ce n'est qu'après la consolidation du quartz, et même après sa réduction en débris, que les micas se sont formés de ses exfoliations ; et ce n'est encore qu'après ce temps que le feld-spath et le schorl, auxquels il ne faut qu'un feu médiocre pour rester en fusion, ont pu se réunir avec les détrimens de ces premiers verres. Ainsi le feld-spath et le schorl ont rempli, comme des cimens additionnels, les interstices que laissoient entre eux les grains de quartz ou de jaspe et les particules de mica ; ils ont lié ensemble ces débris, qui de nouveau prirent corps et formerent les granites et les porphyres ; car c'est en effet sous la forme d'un ciment introduit et aggluliné dans les porphyres et les granites qu'ils s'y présentent.

1. 1° Un morceau de très-beau granite rouge très-vif, très-dur, faisant feu dans tous les points, enfermé dans un petit creuset de Hesse et recouvert d'un autre, a coulé en verre noir en moins de deux heures.

2° Un morceau de granite noir et blanc très-dur, du poids de cinq gros vingt-deux grains, a formé dans le même temps une seule masse vitreuse noire très-compacte, très-homogène.

3° Un morceau de porphyre très-brun piqué de blanc, très-dur, de deux gros vingt-huit grains, a coulé au point d'enduire absolument le creuset de verre noir. Ces trois morceaux antiques ont été trouvés à Autun.

4° J'ai exposé au même feu de beau quartz blanc d'Auvergne : il y a pris un blanc mat, plus opaque, y est devenu plus tendre, plus aisé à égrener au doigt, mais sans aucune fusion, pas même aux endroits où il touchoit le creuset. (*Lettre de M. de Morveau à M. de Buffon*, Dijon, 27 octobre 1778.)

En effet les quartz en grains décrépités ou exfoliés en micas durent couvrir généralement la surface du globe, à l'exception des fentes perpendiculaires qui venoient de s'ouvrir par la retraite que fit sur elle-même toute la matière liquéfiée en se consolidant : le feu de l'intérieur exhaloit par ces fentes, comme par autant de soupiraux, les vapeurs métalliques qui, s'étant incorporées avec la substance du quartz, l'ont modifiée, colorée, et convertie en jaspe, lequel ne diffère en effet du quartz que par ces impressions de vapeurs métalliques, et qui, s'étant consolidé et recuit dans ces fentes du quartz, et à l'abri de l'action des élémens humides, est demeuré solide, et n'a fourni à l'extérieur qu'une petite quantité de détrimens que le feld-spath et le schorl aient pu saisir. Les jaspes ne présentant que leur sommet, et étant du reste contenus dans les fentes perpendiculaires de la grande masse quartzeuse, ne purent recevoir le feld-spath et le schorl que dans cette partie supérieure, sur laquelle se fit une décrépitation semblable à celle du quartz, parce que cette partie de leur masse étoit en effet la seule qui pût être réduite en débris par le refroidissement.

Et de fait, les porphyres, qui n'ont pu se former qu'à la superficie des jaspes, sont infiniment moins communs que les granites, qui se sont au contraire formés sur la surface entière de la masse quartzeuse : car les granites recouvrent encore aujourd'hui la plus grande partie du globe; et quoique les quartz percent quelquefois au dehors, et se montrent en divers endroits sur de fortes épaisseurs et dans une grande étendue, ils n'occupent que de petits espaces à la surface de la terre en comparaison des granites, parce que les quartz ont été recouverts et rehaussés presque partout par ces mêmes granites, qui ont recueilli dans leur substance presque tous les débris des verres primitifs, et se sont consolidés et groupés sur la roche même du globe, à laquelle ils tiennent immédiatement, et qu'ils chargent presque partout. On trouve le granite, comme premier fond, au dessous des bancs calcaires et des couches de l'argile et des schistes, quand on peut en percer l'épaisseur; et nous ne devons pas oublier que ce fond actuel de notre terre étoit la surface du globe primitif avant le travail des eaux.

Or les granites sont non seulement couchés sur cette antique surface, mais ils sont entassés encore plus en grand dans les groupes des montagnes primitives [1], et nous en avons d'avance indiqué la raison. Ces sommets, où les degrés du refroidissement furent plus rapides, atteignirent plus tôt le point de la fusion et de la consolidation du feld-spath et du schorl, en même temps qu'ils leur offroient à saisir de plus grandes épaisseurs de grains quartzeux décrépités.

Aussi les granites forment-ils la plupart de ces grands groupes et de ces hauts sommets élevés sur la base de la roche du globe, comme les obélisques de la nature, qui nous attestent ses formations antiques, et sont les premiers et grands ouvrages dans lesquels elle préparoit la matière de toutes ses plus riches productions, et où elle indiquoit déjà de loin le dessin sur lequel elle devoit tracer les merveilles de l'organisation et de la vie : car on ne peut s'empêcher de reconnoître dans la figuration généralement assez régulière des petits solides du feld-spath et du schorl cette tendance à la structure organique, prise dans un feu lent et tranquille, qui, en commençant l'union intime de la matière brute avec quelques molécules organiques, la dispose de loin à s'organiser, en y traçant les linéamens d'une figuration régulière. Nos fusions artificielles, et plus encore les fusions produites par les volcans, nous offrent des exemples de cette figuration ou cristallisation par le feu dans un grand nombre de matières [2], et même dans tous les métaux et minéraux métalliques.

Si nous considérons maintenant que les grands bancs et les montagnes de granite s'offrent à la superficie de la terre dans tous les lieux où les argiles, les schistes, et les couches calcaires, n'ont pas recouvert l'ancienne surface du globe, et où le feu des volcans ne l'a point bouleversée, en un mot partout où subsiste la structure primitive de la terre, on ne pourra guère se refuser à croire qu'ils sont l'ouvrage de la dernière fonte qui ait eu lieu à sa surface encore ardente, et que cette dernière fonte n'ait été celle du feld-spath et du schorl, lesquels, des cinq verres primitifs, sont sans comparaison les plus fusibles; et si l'on rapproche ici un fait qui, tout grand et tout frappant qu'il est, ne paroît pas avoir été remarqué des minéralogistes, savoir, qu'à mesure que

1. « C'est une observation générale que, dans les grandes chaînes, on trouve au dehors les montagnes calcaires, puis les ardoises. » (Saussure, *Voyage dans les Alpes*, page 402.)

L'auteur se fût mieux exprimé en disant les *schistes*, puis les *roches feuilletées primitives*, et enfin les granites.

2. Voyez l'article des *volcans*, sur les espèces de granites et de porphyres qui se forment quelquefois dans la lave.

l'on creuse ou qu'on fouille dans une montagne dont la cime et les flancs sont de granite, loin de trouver du granite plus solide et plus beau à mesure que l'on pénètre, l'on voit au contraire qu'au dessous, à une certaine profondeur, le granite se change, se perd, et s'évanouit à la fin en reprenant peu à peu la nature brute du roc vif et quartzeux. On peut s'assurer de ce changement successif dans les fouilles de mines profondes : quoique ces profondeurs où nous pénétrons soient bien superficielles, en comparaison de celles où la nature a pu travailler les matériaux de ses premiers ouvrages, on ne voit dans ces profondeurs que la roche quartzeuse, dont la partie qui touche aux filons des mines et forme les parois des fentes perpendiculaires est toujours plus ou moins altérée par les eaux ou par les exhalaisons métalliques ; tandis que celle qu'on taille dans l'épaisseur vive est une roche sauvage plus ou moins décidément quartzeuse, et dans laquelle on ne distingue plus rien qui ressemble aux grains réguliers du granite. En rapprochant ce second fait du premier on ne pourra guère douter que les granites n'aient en effet été formés des détrimens du quartz décrépité, jusqu'à de certaines profondeurs, et du ciment vitreux de feld-spath et de schorl qui s'est ensuite interposé entre ces grains de quartz et les micas, qui n'en étoient que les exfoliations.

Il s'est formé des granites à plus grands et à plus petits cristaux de feld-spath et de schorl, suivant que les grains quartzeux se sont trouvés plus ou moins rapprochés, plus ou moins gros, et selon qu'ils laissoient entre eux plus d'espace où le feld-spath et le schorl pouvoient couler pour se cristalliser. Dans le granite à menus grains le feld-spath et le schorl, presque confondus et comme incorporés avec la pâte quartzeuse, n'ont point eu assez d'espace pour former une cristallisation bien distincte ; au lieu que, dans les beaux granites à gros grains réguliers, le feld-spath et quelquefois le schorl sont cristallisés distinctement, l'un en rhombes, et l'autre en prismes.

Les teintes du rouge du feld-spath et de brun noirâtre du schorl dans les granites sont dues sans doute aux sublimations métalliques, qui de même ont coloré les jaspes, et se sont étendues dans la matière du feld-spath et du schorl en fusion. Néanmoins cette teinture métallique ne les a pas tous colorés : car il y a des feld-spaths et des schorls blancs ou blanchâtres ; et dans certains granites et plusieurs porphyres le feld-spath ne se distingue pas du quartz par la couleur.

Les sommets des montagnes graniteuses sont généralement plus élevés que les montagnes schisteuses ou calcaires : ces sommets paroissent n'avoir jamais été surmontés ni travaillés par les eaux, dont la plus grande hauteur nous est indiquée par les bancs calcaires les plus élevés ; car on ne trouve aucun indice de coquilles ou d'autres productions marines dans l'intérieur de ces granites primitifs, à quelque niveau qu'on les prenne ; comme jamais aussi on ne voit de bancs calcaires interposés dans les masses de granites, ni de granites posés sur des couches calcaires, si ce n'est par fragmens roulés et transportés, ou par bancs de seconde formation. Tous ces faits importans de l'histoire du globe ne sont que des conséquences nécessaires de l'ordre dans lequel nous venons de voir les grandes formations du feu précéder universellement l'ouvrage des eaux.

Les couches que l'eau a déposées sont étendues horizontalement, et c'est dans ce sens, c'est-à-dire en longueur et en largeur, que se présentent leurs plus grandes dimensions : les granites, au contraire, et tous les autres ouvrages du feu, sont groupés en hauteur ; leurs pyramides ont toujours plus d'élévation que de base. Il y a de ces masses ou pyramides solides de granite, sans fentes ni sutures, d'une très-grande hauteur et d'un volume énorme : on en peut juger non seulement par l'inspection des montagnes graniteuses, mais même par les monumens des anciens ; ils ont travaillé des blocs de granite de plus de vingt mille pieds cubes pour en former des colonnes et des obélisques d'une seule pièce [1]. Et de nos jours on a remué des masses encore plus fortes ; car le bloc de granite qui sert de piédestal à la statue gigantesque du grand Pierre Ier, élevé par l'ordre d'une impératrice encore

1. La colonne de Pompée, dont le fût est d'une seule pièce, passe pour être le plus grand monument des anciens en ce genre. « Cette colonne est, dit Thévenot, située à environ deux cents pas d'Alexandrie ; elle est posée sur un piédestal ou base carrée large d'environ vingt pieds, et haute de deux cents ou environ, mais faite de plusieurs grosses pierres : pour le fût de la colonne, il est tout d'une seule pièce de granite, si haute qu'elle n'a pas au monde sa pareille, car elle a dix-huit cannes de haut, et si grosse qu'il faut six personnes pour l'embrasser. » (*Voyage au Levant*, tome I, page 277.) En supposant la canne de cinq pieds de longueur, le fût de cette colonne en a quatre-vingt-dix de hauteur, sur trente pieds de circonférence, parce que chaque homme, les bras étendus, embrasse aussi cinq pieds : ces dimensions donnent environ vingt mille pieds cubes.

plus grande [1], contient trente-sept mille pieds cubes : cependant ce bloc a été trouvé dans un marais, où il étoit isolé et détaché des hautes masses auxquelles il tenoit avant sa chute. « Mais nulle part, nous dit M. l'abbé Bexon, on ne peut prendre une idée plus magnifique de ces masses énormes de granite que dans nos montagnes des Vosges : elles en offrent en mille endroits des blocs plus grands que tous ceux que l'on admire dans les plus superbes monumens, puisque les larges sommets et les flancs escarpés de ces montagnes ne sont que des piles et des groupes d'immenses rochers de granite entassés les uns sur les autres [2]. »

Plusieurs observateurs ont déjà reconnu que la plupart des sommets des montagnes, surtout des plus élevées, sont formés de granite [3]. La plus grande hauteur où les eaux aient déposé des coquilles n'étant qu'à quinze cents ou deux mille toises au dessus du niveau actuel de la mer, il y a par conséquent un grand nombre de sommets qui se trouvent au dessus de cette hauteur : mais il s'en faut bien que toutes les pointes moins élevées aient été recouvertes des productions de la mer ou cachées sous l'argile, le schiste, et les autres matieres transportées par les eaux ; plusieurs montagnes, telles que les Vosges, moins hautes que ces grands sommets, sont composées de granites qui n'offrent aucun vestige de productions marines, et ces granites ne sont pas surmontés de bancs calcaires, quoique la mer ait porté dans d'autres endroits ses productions à de bien plus grandes hauteurs. Au reste, ce n'est que dans les hautes montagnes vitreuses que l'on peut voir à nu la structure ancienne et la composition primitive du globe en masses de quartz, en veines de jaspe, en groupes de granite, et en filons métalliques.

Quelque solide et durable que soit la matière du granite, le temps ne laisse pas de la miner et de la détruire à la longue; et des trois ou quatre substances dont il est composé le quartz paroît être celle qui a le plus perdu de sa solidité, et cela est peut-être arrivé dès le premier temps qu'il s'est décrépité : car quoique, étant d'une substance plus simple, il soit en lui-même plus solide que le feld-spath et le schorl, cependant ces derniers verres, et surtout le feld-spath, sont ce qu'il y a de plus durable dans le granite ; du moins il est certain que, sur les faces des globes de granites exposés à l'air aux flancs des montagnes, c'est la partie quartzeuse qui tombe en détriment la première avec le mica, et que les rhombes du feld-spath restent nus et relevés à la surface du granite dépouillé du mica et des grains de quartz qui les environnoient. Cet effet se remarque surtout dans les granites où la quantité du feld-spath est plus grande que celle du quartz; et il provient de ce que les cristaux de cette même matière vitreuse sont en masses plus longues et plus profondément implantées que les grains du quartz dans presque tous les granites. Au reste, ces grains du quartz détachés par l'action des élémens humides, et entraînés par les

1. Catherine II, actuellement régnante, et dont l'Europe et l'Asie admirent et respectent également le grand caractère et le puissant génie.

2. On vient depuis peu de commencer à travailler ces granites des Vosges, et les premiers essais ont découvert dans ces montagnes les plus grandes richesses en ce genre ; elles offrent des granites très-beaux et très-variés pour le grain et pour les couleurs, et diverses espèces de porphyres; on en tire aussi des jaspes richement colorés, et toutes ces matières s'y rencontrent partout dans une extrême abondance, quoique dans une exploitation commencée on n'ait encore attaqué aucune masse considérable, et qu'on se soit borné aux morceaux rompus épars au penchant des montagnes, et que les habitans entassent en gros murs bruts pour enclore leurs terrains. Le premier établissement de ce travail des granites des Vosges, fait d'abord à Giromagny dans la haute Alsace, est actuellement transféré, pour plus grande abondance de matières et plus grande facilité de transports, de l'autre côté de la montagne, en Lorraine, dans le vallon de la Moselle, environ quatre lieues au dessus de sa source. Nous le devons au goût et à l'activité de M. Patu des Hauts-Champs, magistrat qui joint à l'honneur et aux distinctions héréditaires l'amour éclairé du bien public, et de grandes connoissances dans les sciences et dans les arts. Son entreprise, qui nous semble très-digne de l'attention et de la faveur du gouvernement, mettroit en valeur des matières précieuses restées jusqu'à présent brutes entre nos mains, et pour lesquelles nous payons jusqu'ici un tribut à l'Italie.

3. M. Ferber dit expressément, page 343, que la partie la plus élevée des Alpes, entre l'Italie et l'Allemagne, est de granite; et il ajoute que ces granites européens ne diffèrent en aucune façon du granite oriental.

Tous les pays du monde offriront ces granites dans leurs chaînes de montagnes primitives ; et si les observations sur cet objet ne sont pas plus multipliées, c'est que de justes notions du règne minéral, pris en grand, paroissent avoir jusqu'ici manqué aux observateurs.

Quoi qu'il en soit, toutes nos provinces montagneuses, l'Auvergne, le Dauphiné, la Provence, le Languedoc, la Lorraine, la Franche-Comté, et même la Bourgogne vers Semur, offrent des granites. La Bretagne, depuis la Loire, et partie de la Normandie, touchant à la Bretagne, et comprenant Mortain, Argentan, Lisieux, Bayeux, Cherbourg, est appuyée sur une masse de granite. La Suisse, l'Allemagne, l'Espagne, l'Italie, ont les leurs. Les montagnes de la Corse et celles de l'île d'Elbe en sont formées.

eaux, s'arrondissent en roulant, et se réduisent bientôt en sables quartzeux et micacés, lesquels, comme les sables de grès, se convertissent ensuite en terres argileuses.

On trouve, dans l'intérieur de la terre, des granites décomposés dont les grains n'ont qu'un peu d'adhérence, et dont le ciment est ramolli[1]; cette décomposition se remarque surtout dans les fentes perpendiculaires où les eaux extérieures peuvent pénétrer par infiltration, et aussi dans les endroits où la masse des rochers est humectée par les vapeurs qui s'élèvent des eaux souterraines. Toute humidité s'oppose à la dureté; et la preuve en est que toute masse pierreuse acquiert de la dureté en se séchant à l'air. Cette différence est plus sensible dans les marbres et autres pierres calcaires que dans les matières vitreuses: néanmoins, elle se reconnoît dans les granites, et plus particulièrement encore dans le grès, qui est toujours humide dans sa carrière, et qui prend plus de dureté après s'être séché à l'air pendant quelques années.

Lorsque les exhalaisons métalliques sont abondantes, et en même temps mêlées d'acides et d'autres élémens corrosifs, elles détériorent avec le temps la substance des granites, et même elles altèrent celle du quartz : on le voit dans les parois de toutes les fentes perpendiculaires où se trouvent les filons des mines métalliques; le quartz paroît décomposé, et le granite adjacent est friable.

Mais cette décomposition d'une petite portion de granite dans l'intérieur de la terre n'est rien en comparaison de la destruction immense et des débris que dut produire l'action des eaux lorsqu'elles vinrent battre pour la première fois les pics des montagnes primitives, plus élancés alors qu'ils ne le sont aujourd'hui; leurs flancs nus, exposés aux coups d'un océan terrible, durent s'ébranler, se fendre, se rompre en mille endroits et de mille manières : de là ces blocs énormes qu'on en voit détachés et tombés à leur pied, et ces autres blocs qui, comme suspendus et menaçant les vallées, ne semblent plus tenir à leurs sommets que pour attester les efforts qui se firent pour les en arracher. Mais, tandis que la force des vagues renversoit les masses qui offroient le plus de prise ou le moins de résistance, l'eau, par une action plus tranquille et tout aussi puissante, attaquoit généralement et altéroit partout les surfaces des matières primitives, et, transportant la poudre de leurs détrimens, en composoit de nouvelles substances, telles que les argiles et les grès : mais il dut y avoir aussi, dans les amas de ces débris, de gros sables qui n'étoient pas réduits en poudre; et les granites étant les plus composés, et par conséquent les plus destructibles des substances primitives, ils fournirent ces gros sables en plus grande quantité; et l'on conçoit qu'eu égard à leur pesanteur ces sables ne purent être transportés par les eaux à de très-grandes distances du lieu de leur origine : ils se déposèrent en grande quantité aux environs de leurs masses primitives, ils s'y accumulèrent en couches granileuses; et ces grains, agglutinés de nouveau par l'intermède de l'eau, ont formé les granites secondaires, bien différens, comme l'on voit, quant à leur origine, des vrais granites primitifs. Et en effet, l'on trouve en divers endroits ces nouveaux granites soit en couches, soit en amas inclinés, et on reconnoît à plusieurs caractères qu'ils sont de seconde formation : 1° à leur position en couches, et quelquefois en sacs entre des matières calcaires; 2° en ce qu'ils sont moins compactes, moins durs, et moins durables que les granites antiques; 3° en ce que le feld-spath et le schorl n'y sont pas en cristaux bien distincts, mais par petites masses qui paroissent résulter de l'agglutination de plusieurs fragmens de ces mêmes substances, et qui n'offrent à l'œil qu'une teinte terne et mate, de couleur briquetée ou d'un gris rougeâtre; 4° en ce que les paillettes du mica y ont formé par leur jonction, des feuilles assez grandes, et même de petites piles de ces feuilles qui ressemblent à du talc; 5° enfin en ce que l'empâtement de toute la pierre est grossier, imparfait, n'ayant ni la cohérence, ni la solidité, ni la cassure vive et vitreuse du vrai granite. On peut vérifier ces différences en comparant les granites des Vosges ou des Alpes avec celui qui se trouve à Semur en Bourgogne. Ce granite est de

1. C'est mal à propos que M. de Saussure veut établir (*Voyage dans les Alpes*, tome I, page 106) diverses espèces de granite sur les degrés de dureté de cette pierre, et parce qu'il s'en trouve de tendre au point de *s'égrener entre les doigts*, puisque ce n'est ici qu'une décomposition ou destruction, par l'air et par l'eau, du *vrai granite*, si pourtant c'est de ce granite que l'observateur entend parler, de quoi l'on peut douter avec raison, puisqu'il attribue le vice de ces granites devenus tendres à l'effet de *quelque matière saline ou argileuse, entrée dans leur composition* (ibid.); mais plus bas il se rétracte, en observant que si, dès l'origine, ce principe de mollesse fût entré dans leur combinaison, les fragmens roulés que l'on trouve de ces granites *n'eussent pu, sans se réduire en sable, supporter les chocs qui les ont arrondis* (ibid.).

seconde formation ; il est friable, peu compacte, mêlé de talc ; il est disposé par lits et par couches presque horizontales : il présente donc toutes les empreintes d'un ouvrage de l'eau, au lieu que les granites primitifs n'ont d'autres caracteres que ceux d'une vitrification.

On ne doit donc rien inférer, rien conclure de la formation de ces granites secondaires à celle du granite primitif dont ils ne sont que des détrimens. Les grès sont, relativement au quartz, ce que ces seconds granites sont au premier; et vouloir les réunir pour expliquer leur formation par un principe commun, c'est comme si l'on prétendoit rendre raison de l'origine du quartz par la formation du gres.

Ceux qui voudroient persister à croire qu'on doit rapporter à l'eau la formation de tous les granites, même de ceux qui sont élancés à pic et groupés en pyramides dans les montagnes primitives, ne voient pas qu'ils ne font que reculer ou plutôt éluder la réponse à la question ; car ne doit-on pas leur demander d'où sont venus et par quel agent ont été formés ces fragmens vitreux employés par l'eau pour composer les granites, et dès lors ne seront-ils pas forcés à rechercher l'origine des masses dont ces fragmens vitreux ont été détachés, et ne faut-il pas reconnoitre que si l'eau peut diviser, transporter, rassembler les matieres vitreuses, elle ne peut en aucune façon les produire ?

La question resteroit donc à résoudre dans toute son étendue, quand on voudroit, par prévention de systeme, ou qu'on pourroit, par suite d'analogie, établir que les granites primitifs ont été formés par l'eau ou dans le sein des eaux, et il resteroit toujours pour fait constant que la grande masse vitreuse, dont les élémens de ces granites sont ou l'extrait ou les débris, est une matière antérieure et étrangere à l'eau, et dont la formation ne peut être attribuée qu'à l'action du feu primitif.

Les nouveaux granites sont souvent adossés aux flancs ou stratifiés au pied des grandes masses antiques dont ils tirent leur origine; ils sont étendus en couches ou en lits plus ou moins inclinés, et souvent horizontaux, au lieu d'être groupés en hauteur, entassés en pyramides, ou empilés en feuillets verticaux [1], comme le sont les véritables granites dans les grandes montagnes primitives : cette différence de position est un effet remarquable et frappant, qui, d'un côté, caractérise l'action du feu dont la force expansive du centre à la circonférence ne pouvoit qu'élancer, élever la matière et la grouper en hauteur, tandis que la seconde position présente l'ouvrage de l'eau, qui, soumise à la loi de l'équilibre, et ne travaillant que par voie de transports et de dépôt, tend généralement à suivre la ligne horizontale.

Les granites secondaires se sont donc formés des premiers débris du granite primitif, et les fragmens rompus des uns et des autres, et roulés par les eaux, ont postérieurement rempli plusieurs vallées, et ont même formé par leur entassement des montagnes subalternes. Il se trouve des carrieres entieres, et en bancs étendus, de ces fragmens de granites roulés et souvent mêlés de pareils fragmens de quartz arrondis, comme ceux de granite, en forme de cailloux. Mais ces couches sont, comme l'on voit, de seconde et même de troisieme formation. Et dans le même temps que les eaux entraînoient, froissoient, et entassoient ces fragmens massifs, elles transportoient au loin, dispersoient, et déposoient partout les parties les plus ténues et la poussière flottante de ces débris graniteux ou quartzeux ; dès lors ces poudres vitreuses ont été mêlées avec les poudres calcaires, et c'est de là que proviennent originairement les sucs quartzeux ou silicés qui transsudent dans les craies et autres couches calcaires formées par le dépôt des eaux.

1. C'est ce que M. de Saussure appelle *des couches perpendiculaires*, par une association de mots aussi insociables que les idées qu'ils présentent sont incompatibles ; car qui dit *couches* dit dépôt stratifié, étendu, couché enfin sur une ligne plus ou moins voisine de la ligne horizontale, et dont les feuillets se divisent en ce sens ; or une telle masse, stratifiée horizontalement, ne peut rien offrir de perpendiculaire que les fissures ou sutures qui l'ont accidentellement divisée : la tranche perpendiculaire porte au contraire sa plus grande dimension sur la ligne de hauteur, elle se coupe en lames verticales ; et il est aussi impossible qu'elle ait été formée par la même cause que la couche horizontale qu'il l'est que cette dernière devienne jamais perpendiculaire, si ce n'est par accident ; car il est indubitable que toutes les couches stratifiées par la mer, et qui ne doivent pas leur inclinaison aux causes accidentelles, comme la chute des cavernes, la tiennent des inclinaisons mêmes, des pentes, ou des coupes des masses primitives auxquelles elles sont venues s'adosser, s'adapter, et se superposer, qui, en un mot, leur ont servi de base. Aussi de M. de Saussure, après avoir fait la description et l'énumération de plusieurs de ces couches violemment inclinées ou presque perpendiculaires, rappelle-t-il tous ces faits particuliers à une observation qu'il regarde lui-même comme *générale et importante*, savoir, *que les montagnes secondaires sont d'autant plus irrégulières et plus inclinées qu'elles approchent plus des primitives.*

Et comme le transport de ces débris du granite, du grès, et des poudres d'argile, s'est long-temps fait dans le fond des mers, conjointement avec celui des détrimens des craies, des marbres, et des autres substances calcaires, les unes et les autres ont quelquefois été entraînées, réunies, et consolidées ensemble : c'est de leur mélange que se sont formées les *brèches* et autres pierres mi-parties de calcaire et de vitreux ou argileux; tandis que les fragmens de quartz et de granite, unis de même par le ciment des eaux, ont formé des *poudingues* purement vitreux, et que les fragmens des marbres et autres pierres de même nature ont formé des brèches purement calcaires.

DU GRÈS.

Le grès, lorsqu'il est pur, est d'une grande dureté, quoiqu'il ne soit composé que des débris du quartz réduits en petits grains qui se sont agglutinés par l'intermède de l'eau; ce grès, comme le quartz, étincelle sous le choc de l'acier : il est également réfractaire à l'action du feu le plus violent. Les détrimens du quartz ne formoient d'abord que des sables qui ont pris corps en se réunissant par leur affinité, et ont ensuite formé les masses solides des grès, dans lesquels on ne voit en effet que ces petits grains quartzeux plus ou moins rapprochés, et quelquefois liés par un ciment de même nature qui en remplit les interstices [1]. Ce ciment a pu être porté dans le grès de deux manières différentes : la première, par les vapeurs qui s'élèvent de l'intérieur de la terre; et la seconde, par la stillation des eaux. Ces deux causes produisent des effets si semblables, qu'il est assez difficile de les distinguer. Nous allons rapporter, à ce sujet, les observations faites récemment par un de nos plus savans académiciens, M. de Lassone, qui a examiné avec attention la plupart des grès de Fontainebleau, et qui s'exprime dans les termes suivans:

« Sur les parois extérieures et découvertes de plusieurs blocs de grès le plus compacte, et presque toujours sur les surfaces de ceux dont on a enlevé de grandes et larges pièces en les exploitant, j'ai observé un enduit vitreux très-dur : c'est une lame de deux ou trois lignes d'épaisseur, comme une espèce de couverte, naturellement appliquée, intimement inhérente, faisant corps avec le reste de la masse, et formée par une matière atténuée et subtile qui, en se condensant, a pris le caractère pierreux le plus décidé, une consistance semblable à celle du *silex*, et presque à celle de l'agate; cet enduit vitreux n'est pas bien long-temps à se démontrer sur les endroits qu'il revêt. Je l'ai vu établi au bout d'un an sur les surfaces de certains blocs entamés l'année précédente. On découvre et on distingue les nuances et la progression de cette nouvelle formation, et, ce qui est bien remarquable, cette substance vitrée ne paroît et ne se trouve que sur les faces entamées des blocs *encore engagés par leur base* dans la minière sableuse, qui doit être regardée comme leur matrice et le vrai lieu de leur génération. »

Cette observation établit, comme l'on voit, l'existence réelle d'un ciment pierreux, qui même forme, en s'accumulant, un émail silicé d'une épaisseur considérable : mais je dois remarquer que cet émail se produit non seulement sur les blocs encore attachés ou enfouis par leur base, comme le dit M. de Lassone, mais même sur ceux qui en sont séparés; car on m'a fait voir nouvellement quelques morceaux de grès qui étoient revêtus de cet émail sur toutes leurs faces. Voilà donc le ciment quartzeux ou silicé clairement démontré, soit qu'il ait transsudé de l'intérieur de la pierre, soit que l'eau ou les vapeurs aient étendu cette couche à la

1. Par ces mots de ciment ou *gluten*, je n'entends pas, comme l'on fait ordinairement, une matière qui a la propriété particulière de réunir des substances dissemblables, et pour ainsi dire d'une autre nature, en faisant un seul volume de plusieurs corps isolés ou séparés, comme la colle qui s'emploie pour le bois, le mortier pour la pierre, etc. L'habitude de cette acception du mot *ciment* pourroit en imposer ici : je dois donc avertir que je prends ce mot dans un sens plus général, qui ne suppose ni une matière différente de celle de la masse, ni une force attractive particulière, ni même la séparation absolue des parties avant l'interposition du ciment, mais qui consiste dans leur union encore plus intime, par l'accession de molécules de même nature, qui augmentent la densité de la masse, en sorte que la seule condition essentielle qui fera distinguer ce ciment des matières sera le plus souvent la différence des temps où ce ciment y sera survenu, et où elles auront acquis par là leur plus grande solidité.

superficie de ces morceaux de grès. On en a des exemples tout aussi frappans sur le quartz, dans lequel il se forme de même une matière silicée par la stillation des eaux et par la condensation des vapeurs[1].

Mais, si nous considérons en général les cimens naturels, il s'en faut bien qu'ils soient toujours et partout les mêmes; il faut d'abord en distinguer de deux sortes : l'un qui paroît homogène avec la matière dont il remplit les interstices, comme dans les nouveaux quartz et les grès, où il est plus apparent à la surface qu'à l'intérieur; l'autre qu'on peut dire hétérogène, parce qu'il est d'une substance plus ou moins différente de celle dont il remplit les interstices, comme dans les *poudingues* et les brèches : ce dernier ciment est ordinairement moins dur que les grains qu'il réunit. Nous connoissons d'ailleurs plusieurs espèces de cimens naturels, et nous en traiterons dans un article particulier. Ces cimens se mêlent et se combinent quelquefois dans la même matière, et souvent semblent faire le fond des substances solides. Mais ces cimens, de quelque nature qu'ils soient, peuvent avoir, comme nous venons de le dire, une double origine : la première est due aux vapeurs ou exhalaisons qui s'élèvent du fond de la terre au moyen de la chaleur intérieure du globe; la seconde, à l'infiltration des eaux qui détachent avec le temps les parties les plus ténues des masses qu'elles lavent ou pénètrent : elles entraînent donc ces particules détachées, et les déposent dans les interstices des autres matières; elles forment même des concrétions qui sont très-dures, telles que les cristaux de roche et autres stalactites du genre vitreux; et cette seconde source des extraits ou cimens pierreux, quoique très-abondante, ne l'est peut-être

1. M. de Gensanne, savant physicien et minéralogiste très-expérimenté, que j'ai eu souvent occasion de citer avec éloge, a fait des observations que j'ai déjà indiquées et qui me paroissent ne laisser aucun doute sur cette formation de la matière silicée ou quartzeuse par la seule condensation des vapeurs de la terre. « Étant descendu, dit-il, dans une galerie de mine (de plomb) de Pont-Pean, près de Rennes en Bretagne, dont les travaux étoient abandonnés, je vis au fond de cette galerie toutes les inégalités du roc presque remplies d'une matière très-blanche, semblable à de la céruse délayée, que je reconnus être un véritable *guhr* ou *sinter*.... C'est une vapeur condensée qui, en se cristallisant, donne un véritable quartz. » M. de Gensanne voulut reconnoître si cette matière provenoit de la circulation de l'air dans les travaux, ou si elle transpiroit au travers du roc sur lequel elle se formoit; pour cela, il commença par bien laver la surface du rocher avec une éponge pour ôter le *guhr* qui s'y trouvoit. « Ensuite, dit-il, je pris quatre écuelles neuves de terre vernissée, que j'appliquai aux endroits du rocher où j'avois aperçu le plus de *guhr*, et avec de la bonne glaise bien pétrie je les cimentai bien tout alentour, de deux bons pouces d'épaisseur, après quoi je plaçai des travers de bois vis-à-vis mes écuelles, qui formoient presque les quatre angles d'un carré. »

Au bout de huit mois, M. de Gensanne leva une de ces écuelles, et il fut fort surpris de voir que le *guhr* qui s'étoit formé dessous avoit près d'un demi-pouce d'épaisseur, et formoit un rond sur la surface du rocher de la grandeur de l'écuelle; il étoit très-blanc et avoit à peu près la consistance du beurre frais ou de la cire molle; il en prit de la grosseur d'une noix, et remit l'écuelle comme auparavant, sans toucher les autres.... Il laissa sécher cette matière à l'ombre : elle prit une consistance grenue et friable, et ressembloit parfaitement à une matière semblable, mais ordinairement tachetée, qu'on trouve dans les filons de différens minéraux, surtout dans ceux de plomb, et à laquelle les mineurs allemands donnent le nom de *leten*. Il y en a quantité dans celui de Pont-Pean, et le minéral y est répandu par grains, la plupart cubiques, et souvent accompagnés de grains de pyrite. « Toute la différence que je trouvois, dit M. de Gensanne, entre ma matière et celle du filon, c'est que la matière étoit très-blanche, et que celle du filon étoit parsemée de taches violettes et roussâtres; je pris de celle du filon, qui ne contenoit assurément aucun minéral, et la plus blanche que je pus trouver; j'en pris également de la mienne, et fondis poids égal de ces deux matières dans deux creusets séparés et au même feu; elles me parurent également fusibles, et même donnèrent des scories entièrement semblables.... Je soupçonnai dès lors que ces matières étoient absolument les mêmes.... Quatorze mois se passèrent depuis le jour que j'avois visité la première écuelle, jusqu'au temps de mon départ de ces travaux; je fus voir alors mon petit équipage; je trouvai que le *guhr* n'avoit pas sensiblement augmenté sur la partie du roc qui étoit à découvert; et, ayant visité l'écuelle que j'avois visitée précédemment, j'aperçus l'endroit où j'avois enlevé le *guhr* recouvert de la même matière, mais fort mince et très-blanche; au lieu que la partie que je n'avois pas touchée, ainsi que toute la matière qui étoit sous les écuelles que je n'avois pas remuées, étoit toute parsemée de taches roussâtres et violettes, et absolument semblables à celles qu'on trouve dans le filon de cette mine, avec cette différence que cette dernière renferme quantité de grains de mine de plomb dispersés dans les taches violettes, et qui n'avoient pas eu le temps de se former dans la première.

« Il résulte, de cette observation, que les *guhrs* se forment par une espèce de transpiration au travers des rochers, même les plus compactes, et qu'ils proviennent de certaines exhalaisons ou vapeurs qui circulent dans l'intérieur de la terre, et qui se condensent et se fixent dans les endroits où la température et les cavités leur permettent de s'accumuler....

« Cette matière est une véritable vapeur condensée qui se trouve dans une infinité d'endroits, renfermée dans des roches inaccessibles à l'eau. Lorsque le *guhr* est dissous et chassé par l'eau, il se cristallise très-facilement et forme un vrai quartz. » (*Histoire naturelle du Languedoc*, tome II, pages 22 et suiv.)

pas autant que la première, qui provient des vapeurs de la terre, parce que cette derniere cause agit à tout instant et dans toute l'étendue des couches extérieures du globe; au lieu que l'autre, étant bornée par des circonstances locales à des effets particuliers, ne peut agir que sur des masses particulieres de matiere.

On doit se rappeler ici que, dans le temps de la consolidation du globe, toutes les matières s'étant durcies et resserrées en se refroidissant, elles n'auront pu faire retraite sur elles-mêmes sans se séparer et se diviser par des fentes perpendiculaires en plusieurs endroits. Ces fentes, dont quelques-unes descendent à plusieurs centaines de toises, sont les grands soupiraux par où s'échappent les vapeurs grossieres chargées de parties denses et métalliques. Les émanations plus subtiles, telles que celles du ciment silicé, sont les seules qui s'échappent partout, et qui aient pu pénétrer les masses entieres du gres pur : aussi n'entre-t-il que peu ou point de substances métalliques dans leur composition, tandis que les fentes perpendiculaires qui séparent les masses du quartz, des granites, et autres rochers vitreux, sont remplies de métaux et de minéraux produits par les exhalaisons les plus denses, c'est-à-dire par les vapeurs chargées de parties métalliques. Ces émanations minérales, qui étoient très-abondantes lors de la grande chaleur de la terre, ne laissent pas de s'élever, mais en moindre quantité, dans son état actuel d'attiédissement : il peut donc se former encore tous les jours des métaux; et ce travail de la nature ne cessera que quand la chaleur intérieure du globe sera si diminuée qu'elle ne pourra plus enlever ces matières pesantes et métalliques. Ainsi le produit de ce travail, déjà petit aujourd'hui, sera peut-être nul dans quelques milliers d'années, tandis que les vapeurs plus subtiles et plus légeres, qui n'ont besoin que d'une chaleur tres-médiocre pour être sublimées, continueront à s'élever et à revêtir la surface ou même pénétrer l'intérieur des matieres qui leur sont analogues.

Lorsque le gres est pur, il ne contient que du quartz reduit en grains plus ou moins menus, et souvent si petits qu'on ne peut les distinguer qu'à la loupe. Les grès impurs sont au contraire mélangés d'autres substances vitreuses ou métalliques [1], et plus souvent encore de matières calcaires; et ces gres impurs sont d'une formation postérieure à celle des gres purs. En général il y a plus de grès mélangés de substance calcaire que de gres simples et purs, et ils sont rarement teints d'autres couleurs métalliques que de celles du fer. On les trouve par collines, par bancs en tres-grandes masses, quelquefois séparés en tres-gros blocs isolés, et seulement environnés du sable qui semble leur servir de matrice; et comme ces amas ou couches de sable sont, dans toute leur épaisseur, perméables à l'eau, les grès sont toujours humectés par ces eaux filtrés : l'humidité pénètre et réside dans leurs pores; car tous les gres sont humides au sortir de la carriere, et ce n'est qu'apres avoir été exposés pendant quelques années à l'air, qu'ils perdent cette humidité dont ils étoient imbus.

Les grès les plus purs, c'est-à-dire ceux dont le sable qui les compose n'a été ni transporté ni mélangé, sont entassés en gros blocs isolés; mais il y en a beaucoup d'autres qui sont étendus en bancs continus, et même en couches horizontales, à peu pres disposées comme celles des pierres calcaires. Cette différence de position dans les grandes masses de gres paroît nous indiquer qu'elles ont été formées dans des temps différens, et que la formation des gres qui sont en bancs horizontaux est postérieure à la production de ceux qui se présentent en blocs isolés : car celle-ci ne suppose que la simple agrégation du sable quartzeux dans le lieu même où il s'est trouvé apres la vitrification générale, au lieu que la position des autres gres par couches horizontales suppose le transport de ces mêmes sables par le mouvement des eaux; et le mélange des matieres étrangeres qui se trouvent dans ces grès semble prouver aussi qu'ils sont d'une formation moins ancienne que celle des grès purs.

Si l'on vouloit douter que l'eau pût former le gres par la seule réunion des molécules du quartz, il seroit aisé de le démontrer par la formation du cristal de roche, qui est aussi dur que le gres le plus pur, et qui néanmoins n'est formé que des mêmes molécules par la stillation des eaux; et d'ailleurs on voit un commencement de cette réunion des particules quartzeuses dans la consistance que prend le sable lorsqu'il est mouillé : plus ce sable est sec, et plus il est pulvérulent; et dans les lieux où les sables de gres couvrent la surface du terrain les chemins ne sont jamais plus praticables que

1. Il y a des grès mêlés de mica, et d'autres en plus grand nombre contiennent de petites masses ferrugineuses très-dures, que les ouvriers appellent des *clous*.

quand il a beaucoup plu, parce que l'eau consolide un peu ces sables en rapprochant leurs grains.

Les grès ne se trouvent communément que près des contrées de quartz, de granite, et d'autres matières vitreuses, et rarement au milieu des terres où il y a des marbres, des pierres calcaires, ou des craies : cependant le grès, quoique voisin quelquefois du granite par sa situation, en diffère trop par sa composition pour qu'on puisse leur appliquer quelque dénomination commune: et plusieurs observateurs sont tombés dans l'erreur en appelant granite du grès à gros grains. La composition de ces deux matières est différente, en ce que, dans ces grès composés des détrimens du granite, jamais les molécules du feld-spath n'ont repris une cristallisation distincte, ni celles du quartz un empâtement commun avec elles, non plus qu'avec les particules du mica : ces dernières sont comme semées sur les autres, et toute la couche, par sa disposition comme par sa texture, ne montre qu'un amas de sables grossièrement agglutinés par une voie bien différente de la fusion intime des grandes masses vitreuses; et l'on peut encore remarquer que ces grès composés de plusieurs espèces de sables sont généralement plus grossiers, moins compactes, et d'un grain plus gros que le grès pur, qui toujours est plus solide et plus dur, et dont le grain plus fin porte évidemment tous les caractères d'une poudre de quartz.

Le grès pur est donc le produit immédiat des détrimens du quartz; et lorsqu'il se trouve réduit en poudre impalpable, cette poudre quartzeuse est si subtile qu'elle pénètre les autres matières solides; et même l'on prétend s'être assuré qu'elle passe à travers le verre. MM. Leblanc et Clozier ayant placé une bouteille de verre vide et bien bouchée dans une carrière de grès des environs d'Étampes, ils s'aperçurent, au bout de quelques mois, qu'il y avoit au dedans de cette bouteille une espèce de poussière qui étoit un sable très fin de la même nature que la poudre de grès.

Il n'y a peut-être aucune matière vitreuse dont les qualités apparentes varient autant que celles du grès. « On en rencontre de si tendres, dit M. de Lassone, que leurs grains, à peine liés, se séparent aisément par la simple compression, et deviennent pulvérulens; d'autres dont la concrétion est plus ferme, et qui commencent à résister davantage aux coups redoublés des instrumens de fer; d'autres enfin dont la masse, plus dure et plus lisse, est comme sonore, et ne se casse que très-difficilement; et ces variétés ont plusieurs degrés intermédiaires.

Le grès que les ouvriers appellent *grisar* est si dur et si difficile à travailler, qu'ils le rebutent même pour n'en faire que des pavés, tandis qu'il y a d'autres grès si tendres et si poreux, que l'eau crible aisément à travers leurs masses; ce sont ceux dont on se sert pour faire les pierres à filtrer. Il y en a de si grossiers et de si terreux, qu'au lieu de se durcir à l'air ils s'y décomposent en assez peu de temps. En général les grès les plus purs et les plus durables sont aussi ceux qui ont le grain le plus fin et le tissu le plus serré.

Les grès qu'emploient les paveurs à Paris sont, après le grès grisar, les plus durs de tous. Les grès dont on se sert pour aiguiser ou donner du tranchant au fer et à l'acier sont d'un grain fin, mais moins durs que les premiers, et néanmoins ils jettent de même des étincelles en faisant tourner à sec ces meules de grès contre le fer et l'acier. Le grès de Turquie [1] qu'on appelle *pierre à rasoir*, à laquelle on donne sa qualité en la tenant pendant quelques mois dans l'huile, et qui sert à repasser et à affiler les rasoirs et autres instrumens très-tranchans, n'a qu'un certain degré de dureté, quoique le grain en soit très fin et la substance très-uniforme, et sans mélange d'aucune matière étrangère.

Au reste, le grès pur n'étant composé que des détrimens du quartz, il en a toutes les propriétés; il est aussi réfractaire au feu; il résiste de même à l'action de tous les acides, et quelquefois il acquiert le même degré de dureté; enfin le quartz ou le grès réduits en sable servent également de base à tous nos verres factices, et entrent en plus ou moins grande quantité dans leur composition.

Les grès sont assez rarement colorés, et ceux qui ont une nuance de jaune, de rouge, ou de brun, ne doivent cette teinte qu'à l'infiltration de l'eau chargée des molécules ferrugineuses de la terre végétale qui couvre la superficie du terrain où l'on trouve ces grès colorés; la plupart des jaspes sont au contraire très-colorés, et semblent avoir reçu leurs couleurs par la sublimation des matières métalliques dès le premier temps

1. M. Valmont de Bomare, dans son ouvrage sur la minéralogie, nous assure qu'il a trouvé un quartier de ce grès de Turquie en France, près de Morlaix, dans la province de Bretagne, et je suis d'ailleurs très persuadé que cette espèce de grès n'appartient pas exclusivement à la Turquie, comme son nom semble l'indiquer.

de leur formation. Il se peut aussi que quelques grès des plus anciens doivent leur couleur à ces mêmes émanations métalliques; l'une des causes n'exclut pas l'autre, et les effets de toutes deux paroissent constatés par l'observation. « Il n'y a presque point de ces blocs *grèseux* de Fontainebleau, dit M. de Lassone, où l'on n'aperçoive quelques marques d'un principe ferrugineux. En général ceux dont les grains sableux sont les moins liés sont aussi ceux où le principe ferrugineux est le plus apparent. Les portions les plus externes des blocs, celles par conséquent dont la formation ou la condensation est moins ancienne, ont souvent une teinte jaunâtre de couleur d'ocre ou de rouille de fer, tandis que les couches plus intérieures ne sont nullement colorées. Il semble donc que, dans certains grès, cette teinte disparoisse à mesure que leur densité ou que la concrétion de leurs grains augmente; cependant on remarque des blocs très-durs dont la masse entière est pénétrée uniformément de cette couleur ferrugineuse plus ou moins intense : il y en a parmi ceux-ci quelques-uns où le principe ferrugineux est si apparent qu'ils ont une teinte rougeâtre très-foncée. Le sable, même pulvérulent, et n'ayant encore éprouvé aucune condensation, coloré en plusieurs endroits par les mêmes teintes, semble aussi participer du fer, si l'on en juge simplement par la couleur: mais l'aimant n'en attire aucune parcelle de métal, non plus que du *detritus* des grès rougeâtres. »

Cette observation de M. de Lassone me semble prouver assez que les grès sont colorés par le fer, et plus souvent au moyen de l'infiltration des eaux que par la sublimation des vapeurs souterraines. J'ai vu moi-même dans plusieurs blocs d'un grès très-blanc de ces petits nœuds ou clous ferrugineux dont j'ai parlé, et qui sont d'une si grande dureté qu'ils résistoient à la lime. On doit conclure de ces remarques que l'eau a beaucoup plus que le feu travaillé sur le grès. Ce dernier élément n'a fourni que la première matière, c'est-à-dire le quartz; au lieu que l'eau a porté dans la plupart des grès, non seulement des parties ferrugineuses, mais encore une très-grande quantité d'autres matières hétérogènes qui en altèrent la nature ou la forme, en leur donnant une figuration qu'ils ne prendroient pas d'eux-mêmes; ce qu'on ne doit attribuer qu'aux substances hétérogènes dont ils sont mélangés.

On trouve dans quelques sables de grès des morceaux arrondis, isolés, et de différentes grosseurs, les uns entièrement solides et massifs, les autres creux en dedans comme des géodes : mais ce ne sont que des concrétions, des sablons agglutinés par le ciment dont nous avons parlé; ces concrétions se forment dans les petites cavités de la grande masse de sable qui environne les autres blocs de grès, et elles sont de la même nature que ces sables. Mais les grès disposés par bancs ou par couches sont presque tous plus ou moins mêlés d'autres matières : il y a des grès mélangés de terre limoneuse, d'autres sont entremêlés d'argile, et plusieurs autres, qui ne paroissent pas terreux, contiennent une grande quantité de matière calcaire. Tous ces grès ont évidemment été formés dans les sables transportés et déposés par les eaux; et c'est par cette raison qu'on les trouve en couches horizontales, au lieu que les grès purs produits par la seule décomposition du quartz se présentent en blocs irréguliers et tels qu'ils se sont formés dans le lieu même, sans avoir subi ni transport ni mélange : aussi ces grès purs, ne contenant aucune matière calcaire, ne font point effervescence avec les acides, et sont les seuls qu'on doive regarder comme de vrais grès. Cette distinction est plus importante qu'elle ne le paroît d'abord, et peut nous conduire à l'explication d'un fait reconnu depuis peu. Quelques observateurs ont trouvé plusieurs morceaux de grès à Bourbonne-les-Bains, à Nemours [1], à Fontainebleau, et ailleurs, qui affectoient une figure quadrangulaire, et qui étoient pour ainsi dire cristallisés en rhombes. Or cette espèce de cristallisation ou de figuration n'est pas une des propriétés du grès pur : c'est un effet accidentel qui n'est dû qu'au mélange de la matière calcaire avec celle du grès; car, ayant fait dissoudre par un acide ces morceaux figurés en rhombes, il s'est trouvé qu'ils contenoient au moins un tiers de substance calcaire sur deux tiers de vrai grès, et qu'aucun des grès qui n'étoient que peu ou point mélangés de cette matière calcaire n'a pris cette figure rhomboïdale.

Après avoir considéré les principales matières solides et dures qui se présentent en grandes masses dans le sein ou à la surface de la terre, et qui, comme nous venons de l'exposer, sont ou des verres primitifs ou des agrégats de leurs parties divisées et réduites en grains, nous devons examiner de

1. M. Bezout, savant géomètre de l'Académie des Sciences, a reconnu le premier ces grès figurés dans les carrières de Nemours.

même les matières en grandes masses qui en tirent leur origine et qui en sont les détrimens ultérieurs, telles que les argiles, les schistes, et les ardoises, qui ne diffèrent des sables vitreux que par une plus grande décomposition de leurs parties intégrantes, mais qui, pour le premier fonds de leur substance, sont de même nature.

DES ARGILES ET DES GLAISES.

L'ARGILE, comme nous venons de l'avancer, doit son origine à la décomposition des matières vitreuses qui, par l'impression des élémens humides, se sont divisées, atténuées, et réduites en terre. Cette vérité est démontrée par les faits. 1° Si l'on examine les cailloux les plus durs, et les autres matières vitreuses exposées depuis long-temps à l'air, on verra que leur surface a blanchi, et que dans cette partie extérieure le caillou s'est ramolli et décomposé, tandis que l'intérieur a conservé sa dureté, sa sécheresse, et sa couleur. Si l'on recueille cette matière blanche en la raclant, et qu'on la détrempe avec de l'eau, l'on verra que c'est une matière qui a déjà pris le caractère d'une terre spongieuse et ductile, et qui approche de la nature de l'argile. 2° Les laves des volcans et de tous nos verres factices, de quelque qualité qu'ils soient, se convertissent en terre argileuse [1]. 3° Nous voyons les sables des granites et des grès, les paillettes du mica, et même les jaspes et les cailloux les plus durs, se ramollir, blanchir par l'impression de l'air, et prendre à leur surface tous les caractères de cette terre; et l'argile pénétrée par les pluies, et mêlée avec le limon des rosées et avec les débris des végétaux, devient bientôt une terre féconde.

Tous les micas, toutes les exfoliations du quartz, du jaspe, du feld-spath, et du schorl, tous les détrimens des porphyres, des granites et des grès, perdent peu à peu leur sécheresse et leur dureté; ils s'atténuent et se ramollissent par l'humidité, et leurs molécules deviennent à la fin spongieuses et ductiles par la même impression des élémens humides. Cet effet, qui se passe en petit sous nos yeux, nous représente l'ancienne et grande formation des argiles après la première chute des eaux sur la surface du globe : ce nouvel élément saisit alors toutes les poudres des verres primitifs ; et c'est dans ce temps que se fit la combinaison qui produisit l'acide universel par l'action du feu dont la terre et l'eau étoient également pénétrées, puisque la terre étoit encore brûlante, et l'eau plus que bouillante.

L'acide se trouve en effet dans toutes les argiles, et ce premier produit de la combinaison du feu, de la terre, et de l'eau, indique assez clairement le temps de la chute des eaux, et fixe l'époque de ce premier travail; car aucune des antiques matières vitreuses en grandes masses, telles que les quartz, les jaspes, ni même les granites, ne contient l'acide : par conséquent aucune de ces matières antérieures aux argiles n'a été touchée ni travaillée par l'eau, dont le seul contact eût produit l'acide par la combinaison nécessaire de cet élément avec le feu qui embrasoit encore la terre [2].

1. « Une partie des laves de la solfatare près de Naples est convertie en argile; il y a des morceaux dont une partie est encore lave, et l'autre partie est changée en argile.... On y voit encore des schorls blancs en forme de grenat, dont quelques-uns sont également convertis en argile.... Ce changement des matières vitreuses en argile par l'intermède de l'acide sulfureux (ou vitriolique), qui les a pénétrées, en quelque façon dissoutes, est sans doute un phénomène remarquable et très-intéressant pour l'histoire naturelle. » (*Lettres de M. Ferber sur la minéralogie*, page 259.)

M. Ferber ajoute qu'une partie de cette argile est molle comme une terre, et que l'autre est dure, pierreuse, et assez semblable à une pierre à chaux blanche; c'est vraisemblablement cette fausse apparence qui a fait dire à M. Fougeroux de Bondaroy (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1765) que les pierres de la solfatare étoient calcaires. M. Hamilton a fait la même méprise; mais il paroît certain, dit le savant traducteur des *Lettres de Ferber*, que le plancher de la solfatare et les collines qui l'environnent ne sont composés que de produits volcaniques convertis par les vapeurs du soufre en terre argileuse.

2. Cette origine peut seule expliquer la triple affinité de l'acide avec le feu, la terre, et l'eau, et sa formation par la combinaison de ces trois élémens, l'eau n'ayant pu s'unir à la terre vitreuse sans se joindre en même temps à la portion de feu dont cette terre étoit empreinte; j'observai de plus l'affinité marquée et subsistante entre les matières vitrescibles et l'acide argileux ou vitriolique, qui, de tous les acides, est le seul qui ait quelque prise sur ces substances : on a tenté leur analyse au moyen de cet acide; mais cette analyse ne prouvera rien de plus que la grande analogie établie entre le principe acide et la terre vitrescible, dès le

L'argile seroit donc par elle-même une terre très-pure, si, peu de temps après sa formation, elle n'eût été mêlée, par le mouvement des eaux, de tous les débris des productions qu'elles firent bientôt éclore; ensuite, après la retraite des eaux, toutes les argiles dont la surface étoit découverte reçurent le dépôt des poussieres de l'air et du limon des pluies. Il n'est donc resté d'argiles pures que celles qui dès lors se trouvoient recouvertes par d'autres couches, qui les ont défendues de ces mélanges étrangers. La plus pure de ces argiles est la blanche; c'est la seule terre de cette espece qui ne soit pas mélangée de matieres hétérogènes: c'est un simple détriment du sable quartzeux, qui est aussi réfractaire au feu que le quartz même duquel cette argile tire son origine. La belle argile blanche de Limoges, celle de Normandie, dont on fait les pipes à fumer, et quelques autres argiles pures, quoiqu'un peu colorées, et dont on fait les creusets et pots de verrerie, doivent être regardées comme des argiles pures, et sont à peu près également réfractaires à l'action du feu: toutes les autres argiles sont mélangées de diverses matieres qui les rendent fusibles et leur donnent des qualités différentes de celles de l'argile pure; et ce sont ces argiles mélangées auxquelles on doit donner le nom de *glaises*.

La nature a suivi pour la formation des argiles les mêmes procédés que pour celle des gres: les gres les plus purs et les plus blancs sont formés par la simple réunion des sables quartzeux sans mélange, tandis que les grès impurs ont été composés de différentes matieres mêlées avec ces sables quartzeux et transportées ensemble par les eaux; de même les argiles blanches et pures ne sont formées que des détrimens ultérieurs des sables du quartz, du gres, et du mica, dont les molécules, très-atténuées par l'eau, sont devenues spongieuses et ont pris la nature de cette terre, au lieu que les glaises, c'est-à-dire les argiles impures, sont composées de plusieurs matieres hétérogènes que l'eau y a mêlées, et qu'elle a transportées ensemble pour en former les couches immenses qui recouvrent presque partout la masse intérieure du globe. Ces glaises servent aussi de fondement et de base aux couches horizontales des pierres calcaires; et de même qu'on ne trouve que peu de grès purs en comparaison des grès mélangés, on ne trouve aussi que rarement des argiles blanches et pures, au lieu que les glaises ou argiles impures sont universellement répandues.

Pour reconnoître par mes yeux dans quel ordre sont établis les dépôts successifs et les différentes couches de ces glaises, j'ai fait faire une fouille [1] à cinquante pieds de pro-

temps où il fut universellement engendré dans cette terre à la premiere chute des eaux. Ces grandes vues de l'histoire naturelle confirment admirablement les idées de l'illustre Stahl, qui, de la seule force des analogies et du nombre des combinaisons où il avoit vu l'acide vitriolique se travestir et prendre la forme de presque tous les autres acides, avoit déjà conçu qu'il étoit le principe salin primitif, principal, universel. (*Remarque de M. l'abbé Bexon.*)

1. La ville de Montbard est située au milieu d'un vallon, sur une montagne isolée de toutes parts, et ce monticule forme, entre les deux chaînes de montagnes qui bornent ce vallon dans sa longueur, deux espèces de gorges: ce fut dans l'une de ces gorges, qui est du côté du midi, qu'au mois d'août 1774 M. de Buffon fit faire une fouille de cinquante pieds de profondeur et de six pieds de large en carré. Le terrain où l'on creusa est inculte de temps immémorial, c'est un espace vague qui sert de pâturage; et quoique ce terrain paroisse à l'œil à peu près au niveau du vallon, il est cependant plus élevé que la rivière qui l'arrose, d'environ trente pieds, et de huit pieds seulement plus qu'un petit étang qui n'est éloigné de cette fouille que de cinquante pas.

Après qu'on eut enlevé le gazon, on trouva une couche de terre brune, d'un pied d'épaisseur, sous laquelle étoit une autre couche de terre grasse, ductile, d'un jaune foncé et rougeâtre, presque sans aucun gravier, qui étoit épaisse d'environ trois pieds.

L'argile étoit stratifiée immédiatement sous ces couches limoneuses, et les premiers lits, qui n'avoient que deux ou trois pouces d'épaisseur, étoient formés d'une terre grasse d'un gris bleuâtre, mais marbré d'un jaune foncé, de la couleur de la couche supérieure, ces lits paroissoient exactement horizontaux, et étoient coupés, comme ceux des carrières, par des fentes perpendiculaires qui étoient si près les unes des autres, qu'il n'y avoit pas entre les plus éloignées un demi-pouce de distance: cette terre étoit très-humide et molle; on y trouva des belemnites et une très-grande quantité de petits *peignes* ou *coquilles de Saint-Jacques*, qui n'avoient guère plus d'épaisseur qu'une feuille de papier, et pas plus de quatre ou cinq lignes de diamètre; ces coquilles étoient cependant toutes très-entières et bien conservées, et la plus grande partie étoit adhérente à une matière terreuse qui augmentoit leur épaisseur d'environ une ligne; mais cette croûte terreuse, qui n'étoit qu'à la partie convexe de la coquille, s'en séparoit en se desséchant, et on la distinguoit alors facilement de la vraie coquille. On y trouva encore de petites pétoncles de l'espèce de celles qu'on nomme *cunei*, et ces coquilles étoient placées non pas dans les fentes horizontales des couches, mais entre leurs petites stratifications, et elles étoient toutes à plat et dans une situation parallèle aux couches. Il y avoit aussi dans ces mêmes couches des pyrites vitrioliques ferrugineuses qui étoient aplaties et terminées irrégulièrement, et qui n'étoient point formées intérieurement par des rayons tendant au

fondeur dans le milieu d'un vallon surmonté des deux côtés par des collines de même glaise, couronnées de rochers calcaires jusqu'à trois cent cinquante ou quatre cents pieds de hauteur, et j'ai prié un de nos bons observateurs en ce genre de tenir re-

centre comme elles le sont ordinairement : la coupe de ces terres s'étant ensuite desséchée, les couches limoneuses se séparèrent, par une grande gerçure, des couches argileuses.

A huit pieds de profondeur, on s'aperçut d'une petite source d'eau qui avoit son issue du côté de l'étang dont on a parlé, mais qui disparut le lendemain : on remarqua qu'à cette profondeur les couches commençoient à avoir une plus grande épaisseur, que leur couleur étoit plus brune, et qu'elles n'étoient plus marbrées de jaune intérieurement, comme les premières ; cette couleur ne paroissoit plus qu'à la superficie, et ne pénétroit dans les couches que de l'épaisseur de quelques lignes, et les fentes perpendiculaires étoient plus éloignées les unes des autres. La superficie des couches parut à cette profondeur, toute parsemée de paillettes brillantes, transparentes, et séléniteuses; ces paillettes, à la chaleur du soleil, devenoient presque dans l'instant blanches et opaques. Ces couches contenoient les mêmes espèces de coquillages que les précédentes, et à peu près dans la même quantité. On y trouva aussi un grand nombre de racines d'arbres aplaties et pourries, dans lesquelles les fibres ligneuses étoient encore très-apparentes, quoiqu'il n'y ait point actuellement d'arbres dans ce terrain, et jusque là on n'aperçut, dans ces couches, ni sable, ni gravier, ni aucune sorte de terre.

Depuis huit pieds jusqu'à douze, les couches d'argile se trouvèrent encore un peu plus brunes, plus épaisses, et plus dures. Outre les coquilles des couches supérieures dont on a parlé, il y avoit une grande quantité de petites petoncles à stries demi circulaires, que les naturalistes nomment *fasciati*, dont les plus grandes n'avoient qu'un pouce de diamètre, et qui étoient parfaitement conservées entre ces couches ; et à dix pieds de profondeur, on trouva un lit de pierre très-mince, coupé par un grand nombre de fentes perpendiculaires ; et cette pierre, semblable à la plupart des pierres argileuses, étoit brune, dure, aigre, et d'un grain très-fin.

A la profondeur de douze pieds jusqu'à seize, l'argile étoit à peu près de la même qualité; mais il y avoit plus d'humidité dans les fentes horizontales, et la superficie étoit hérissée de petits grains un peu allongés, brillans, et transparens, qui, dans un certain sens, s'exfolioient comme le gypse, et qui, vus à la loupe, paroissoient avoir six faces, comme les aiguilles de cristal de roche, mais dont les extrémités étoient coupées obliquement et dans le même sens. Après avoir lavé une certaine quantité de ces concrétions et leur avoir fait éprouver une chaleur modérée, elles devinrent très blanches; broyées et détrempées dans l'eau, elles se durcirent promptement comme le plâtre, et on reconnut évidemment que cette matière étoit de véritable pierre spéculaire, le germe, pour ainsi dire, de la pierre à plâtre. Comme j'examinois un jour les différentes matières qu'on tiroit de cette fouille, un troupeau de cochons que le pâtre ramenoit de la campagne passa près de là, et je ne fus pas peu surpris de voir tout à coup ces animaux se jeter brusquement sur la terre de cette fouille la plus nouvellement tirée et la plus molle, et la dévorer avec avidité; ce qui arriva encore en ma présence plusieurs fois de suite. Outre les coquillages des premières couches, celle-ci contenoit des limas de mer lisses, d'autres limas hérissés de petits tubercules, des tellines, des cornes d'ammon de la plus petite espèce, et quelques autres plus grandes qui avoient environ quatre pouces de diamètre : elles étoient toutes extrêmement minces et aplaties, et cependant très-entières, malgré leur extrême délicatesse. Il y avoit surtout une grande quantité de bélemnites, toutes conoïdes, dont les plus grandes avoient jusqu'à sept et huit pouces de longueur; elles étoient pointues comme un dard à l'une des extrémités, et l'extrémité opposée à leur base étoit terminée irrégulièrement et aplatie comme si elle eut été écrasée ; elles étoient brunes au dehors et au dedans, et formées d'une matière disposée intérieurement en forme de stries transversales ou rayons qui se réunissoient à l'axe de la bélemnite. Cet axe étoit dans toutes un peu excentrique, et marqué, d'une extrémité à l'autre, par une ligne blanche presque imperceptible; et lorsque la bélemnite étoit d'une certaine grosseur, la base renfermoit un petit cône plus ou moins long, composé d'alvéoles en forme de plateaux, emboîtés les uns dans les autres comme les nautiles, au sommet duquel se terminoit alors la ligne blanche : ce petit cône étoit revêtu, dans toute sa longueur, d'une pellicule crustacée, jaunâtre, et très-mince, quoique formée de plusieurs petites couches, et le corps de la bélemnite, disposé en rayons qui recouvroient le tout, devenoit d'autant plus mince que le petit cône acquéroit un plus grand diamètre. Telles étoient à peu près les bélemnites que l'on trouva éparses dans la terre que l'on avoit tirée de la fouille; ce qui est commun à toutes celles de cette espèce.

Pour savoir dans quelle situation ces bélemnites étoient placées dans les couches de la terre, on en délita plusieurs morceaux avec précaution, et on reconnut qu'elles étoient toutes couchées à plat et parallèlement aux différens lits, mais ce qui nous surprit, et ce qui n'a pas encore été observé, c'est qu'on s'aperçut alors que l'extrémité de la base de toutes ces bélemnites étoit toujours adhérente à une sorte d'appendice de couleur jaunâtre, d'une substance semblable à celle des coquilles, et qui avoit la forme de la partie évasée d'un entonnoir qui auroit été aplatie, dont plusieurs avoient près de deux pouces de longueur, un pouce de largeur à la partie supérieure, et environ six lignes à l'endroit où ils étoient adhérens à la base de la bélemnite : et en examinant de près ce prolongement testacé ou crustacé, qui est si fragile, qu'on ne peut presque le toucher sans le rompre, je remarquai que cette partie de la bélemnite qu'on n'a pas jusqu'ici connue n'est autre chose que la continuation de la coquille mince ou du têt qui couvre le petit cône chambré dont j'ai parlé; en sorte qu'on peut dire que toutes les bélemnites qui sont actuellement dans les cabinets d'histoire naturelle ne sont point entières, et que ce que l'on en connoît n'est en quelque façon que l'étui ou l'enveloppe d'une partie de la coquille ou du têt qui renfermoit autrefois l'animal.

Jusqu'à présent les auteurs n'ont pu se concilier sur la nature des bélemnites : les uns, tels que Woodwards (*Histoire naturelle de la terre*), les ont regardées comme une matière minérale du genre des talcs; M. Bourguet (*Lettres philosophiques*) a

gistre exact de ce que cette fouille présenteroit. Il a eu la bonté de le faire avec la plus grande attention, comme on peut le voir par la note qu'il m'en a remise, et qui suffira pour donner une idée de la disposition des différens lits de glaise et de la nature

prétendu qu'elles n'étoient autre chose que des dents de ces poissons qu'on nomme *souffleurs*, et d'autres les ont prises pour des cornes d'animaux pétrifiées; mais la vraie forme de la bélemnite mieux connue, et surtout cette partie crustacée qui est à sa base lorsqu'elle est entière, pourront peut-être contribuer à fixer les doutes des naturalistes, et à la faire mettre au rang des crustacés ou des coquilles fossiles; ce qui me paroît d'autant plus évident qu'elle est calcinable dans toutes ses parties, comme le têt des oursins et des coquilles, et au même degré de feu.

Depuis seize pieds jusqu'à vingt, les lits d'argile avoient jusqu'à dix pouces d'épaisseur; ils étoient beaucoup plus durs que les précédens, d'une couleur encore plus brune, et toujours coupés par des fentes perpendiculaires, mais plus éloignées les unes des autres que dans les lits supérieurs : leur superficie étoit d'un jaune couleur de rouille qui ne pénétroit pas ordinairement dans l'intérieur des couches; mais, lorsque les stillations des eaux avoient pu y introduire cette terre jaune qui avoit coloré leur superficie, on trouvoit souvent, entre leurs stratifications, des espèces de concrétions pyriteuses plates, rondes, d'un jaune brun, d'environ un pouce ou un pouce et demi de diamètre, et qui n'avoient pas un quart de pouce d'épaisseur : ces sortes de pyrites étoient placées dans les couches, sur la même ligne, à un pouce ou deux de distance, et se communiquant par un cordon cylindrique de même matière, un peu aplati, et de deux à trois lignes d'épaisseur.

A cette profondeur, on continua de trouver, entre les couches, du gypse ou pierre spéculaire, dont les grains étoient plus gros, plus transparens, et plus réguliers; il s'en trouva même des morceaux de la longueur d'un écu, qui étoient formés par des rayons tendant au centre. On commença aussi à apercevoir entre ces couches et dans leurs fentes perpendiculaires quelques concrétions de charbon de terre ou plutôt de véritable jayet, sous la forme de petites lames minces, dures, cassantes, très-noires, et très-luisantes; ces couches contenoient encore à peu près les mêmes espèces de coquilles que les couches supérieures, et on trouva de plus dans celles-ci quantité de petites pinnes et de petits buccins. A la profondeur de seize pieds, l'eau se répandit dans la fouille, et elle paroissoit sortir de toute sa circonférence par de petites sources qui fournissoient dix à onze pouces d'eau pendant la nuit.

A vingt pieds, même quantité d'argile, dont les couches avoient augmenté encore en épaisseur et en dureté, et dont la couleur étoit plus foncée; elles contenoient les mêmes espèces de coquilles, et toujours des concrétions de plâtre.

A vingt-quatre pieds, mêmes matières, sans aucun changement apparent; on trouva à cette profondeur une pinne de près d'un pied de longueur. A vingt-huit pieds, la terre étoit presque aussi dure que la pierre, et on n'aperçut presque plus de gypse ou pierre spéculaire; on en trouva cependant encore un morceau de la longueur de la main : ces couches contenoient une grande quantité de coquilles fossiles, et surtout différentes espèces de cornes d'ammon dont les plus grandes avoient près d'un pied de diamètre.

De vingt-huit pieds à trente-six, mêmes matières et de même qualité : à cette profondeur, on trouva un lit de pierres argileuses très-bonnes et de la couleur des couches terreuses, dans lesquelles on cessa absolument d'apercevoir du gypse; il y en avoit cependant encore quelques veines dans l'intérieur de cette pierre, mais qui n'avoient plus la transparence de la sélénite ou pierre spéculaire. Cette pierre contenoit aussi d'autres petites veines de charbon de terre; il s'en sépara même, en la cassant, quelques morceaux de la grandeur d'environ cinq ou six pouces en carré, et d'un doigt d'épaisseur, parmi lesquels il y en avoit plusieurs qui étoient traversés de quelques filets d'un jaune brillant. Ce lit de pierre avoit trois ou quatre pouces d'épaisseur; il couvroit toute la fouille, et étoit coupé, comme les couches terreuses, par des fentes perpendiculaires : la terre qui étoit dessous, dans l'espace de quelques pieds de profondeur, étoit un peu moins brune que celle des couches précédentes, et on y apercevoit quelques veines jaunâtres. On trouva ensuite un autre lit de la même espèce de pierre sous lequel l'argile étoit très-noire, très-dure, et remplie de coquilles comme les couches supérieures : plusieurs de ces coquilles étoient revêtues, d'un côté, par une incrustation terreuse, disposée par rayons ou filets brillans, et les coquilles elles-mêmes brilloient d'une belle couleur d'or, surtout les bélemnites, qui étoient aussi la plupart bronzées, particulièrement d'un côté. Cette couleur métallique, que les naturalistes ont nommée *armature*, est produite, à mon avis, sur la superficie des coquilles fossiles, par des sucs pyriteux dont les stillations des eaux se trouvent chargées, et l'acide vitriolique ou alumineux qui entre toujours dans la composition des pyrites y fixe la terre métallique qui sert de base à ces concrétions, comme l'alun, dans les teintures, attache la matière colorante sur les étoffes, de sorte que la dissolution d'une pyrite ferrugineuse communique une couleur de rouille, ou quelquefois de fer poli, aux matières qui en sont imprégnées; une pyrite cuivreuse, en se décomposant, teint en jaune brillant et couleur d'or la surface de ces mêmes matières, et la couleur des talcs dorés peut être attribuée à la même cause.

On n'aperçut plus, dans la suite, ni plâtre ni charbon de terre : l'eau continuoit toujours à se répandre; et l'ouvrage ayant été discontinué pendant huit jours, la fouille étant alors profonde de trente-six pieds, elle s'éleva à la hauteur de dix, et lorsqu'on l'eut épuisée pour continuer le travail, les ouvriers en trouvoient le matin un peu plus d'un pied, qui tomboit pendant la nuit au fond de la fouille, de différentes petites sources.

A quarante pieds de profondeur, on trouva une couche de terre d'environ un pied d'épaisseur, à peu près de la couleur des couches précédentes, mais beaucoup moins dure, sur laquelle, au premier coup d'œil, on croyoit apercevoir une infinité d'impressions de feuilles de plantes du genre des capillaires, qui paroissoient former sur cette terre une espèce de broderie d'une couleur moins brune que celle du fond de la couche, dont toutes les feuilles ou petites stratifications portoient de pareilles impressions, en quelque nombre de lames qu'on les divisât; mais, en examinant avec attention cette espèce de schiste, il me parut que ce que je prenois d'abord pour des impressions de feuilles

des matières qui s'y trouvent mêlées, ainsi que des concrétions qui se forment entre les couches ou dans les fentes perpendiculaires qui en divisent la masse.

On voit que je n'admets ici que deux sortes d'argiles, l'une pure, l'autre impure, à laquelle j'applique spécialement le nom de *glaise*, pour qu'on ne puisse la confondre avec la premiere; de même qu'il faut distinguer les argiles simples et pures des glaises ou argiles mélangées, l'on ne doit pas confondre, comme on l'a fait souvent, l'argile blanche avec la marne, qui en diffère essentiellement, en ce qu'elle est toujours plus ou moins mélangée de matière calcaire, ce qui la rend plus ou moins susceptible de calcination et d'effervescence avec les acides; au lieu que l'argile blanche résiste à leur action, et que, loin de se calciner, elle se durcit au feu. Au reste, il ne faut pas prendre dans un sens absolu la distinction que je fais ici de l'argile pure et de la glaise ou argile impure : car, dans la réalité, il n'y a aucune argile qui soit absolument pure, c'est-à-dire parfaitement uniforme et homogène dans toutes ses parties. L'argile la plus ductile et qui paroît la plus simple est encore mêlée de particules quartzeuses ou d'autres sables vitreux qui n'ont pas subi toutes les altérations qu'ils doivent éprouver pour se convertir en argile. Ainsi la plus pure des argiles sera seulement celle qui contiendra le moins de ces sables; mais, comme la substance de l'argile et celle de ces sables vitreux est au fond la même, on doit distinguer, comme nous le faisons ici, ces argiles dont la substance est simple, de toutes les glaises qui toujours sont mêlées de matières étrangéres. Ainsi, toutes les fois qu'une argile ne sera mêlée que d'une petite quantité de particules de quartz, de jaspe, de feldspath, de schorl, et de mica, on peut la regarder comme pure, parce qu'elle ne contient que des matières qui sont de sa même essence; et au contraire toutes les argiles mêlées de matières d'essence différente, telles que les substances calcaires, pyriteuses, et métalliques, seront des glaises ou argiles impures.

On trouve les argiles pures dans les lieux dont le fond du terrain est de sable vitreux, de quartz, de grès, etc. On trouve aussi de cette argile en petite quantité dans quelques glaises : mais l'origine des argiles blanches qui gisent en grandes masses ou en couches doit être attribuée à la décomposition immédiate des sables quartzeux; au lieu que les petites masses de cette argile qu'on trouve dans la glaise ne sont que des sécrétions de ces mêmes sables décomposés, qui étoient contenus et mêlés avec les autres matières dans cette glaise, et qui s'en sont séparés par la filtration des eaux.

Il n'y a point de coquilles ni d'autres productions marines dans les masses d'argile blanche, tandis que toutes les couches de glaise en contiennent en grande quantité; ce qui nous démontre encore pour les argiles les mêmes procédés de formation que pour les grès. L'argile et le grès pur ont donc également été formés par la simple agrégation ou par la décomposition des sables quartzeux, tandis que les grès impurs et les glaises ont été composés de matières mélangées, transportées et déposées par le mouvement des eaux.

Et ce qui prouve encore que l'argile blanche est une terre dont l'essence est simple, et que la glaise est une terre mélangée de matières d'essence différente, c'est que la première résiste à tous nos feux, sans éprouver aucune altération, et même sans prendre de la couleur; au lieu que toutes les glaises deviennent rouges par l'impression d'un premier feu, et peuvent se fondre dans nos fourneaux; de plus, les glaises se trouvent également dans les terrains calcaires et dans les terrains vitreux, au lieu que les argiles pures ne se rencontrent qu'avec les matières vitreuses : elles sont donc formées de leurs détrimens sans autre mélange, et il paroît qu'elles n'ont pas été transportées par les eaux, mais produites dans la place même où elles se trouvent, au lieu que toutes les glaises ont subi les altérations que le mélange et le transport n'ont pu manquer d'occasioner.

de plantes n'étoit qu'une sorte de végétation minérale qui n'avoit pas la régularité que laisse l'impression des plantes sur les terres molles; cette matière s'enflammoit dans le feu, et exhaloit une odeur bitumineuse très-pénétrante : aussi la regarde-t-on ordinairement comme une annonce de la mine de charbon de terre.

De quarante à cinquante pieds, on ne trouva plus de cette sorte de terre, mais une argile noire beaucoup plus dure encore que celle des lits supérieurs, qu'on ne pouvoit arracher qu'à l'aide des coins et de la masse, et qui se levoit en très-grandes lames : cette terre contenoit beaucoup moins de coquilles que les autres couches, et, malgré sa grande dureté, elle s'amollissoit assez promptement à l'air, et s'exfolioit comme l'ardoise pourrie. En ayant mis un morceau dans le feu, elle y pétilla jusqu'à ce qu'elle eût été réduite en poussière, et elle exhala une odeur bitumineuse très-forte; mais elle ne produisit cependant qu'une flamme très-foible. A cette profondeur, on cessa de creuser, et l'eau s'éleva peu à peu à la hauteur de trente pieds. (*Mémoire rédigé par M. Nudault.*)

De la même manière qu'il ne faut pas confondre la marne ni la craie avec l'argile blanche, on ne doit pas prendre pour des glaises les terres limoneuses, qui, quoique grasses et ductiles, ont une autre origine et des qualités différentes de la glaise : car ces terres limoneuses proviennent de la couche universelle de la terre végétale qui s'est formée des résidus ultérieurs des animaux et des végétaux; leurs détrimens se convertissent d'abord en terreau ou terre de jardin, et ensuite en limon aussi ductile que l'argile : mais cette terre limoneuse se boursoufle au feu, au lieu que l'argile s'y resserre; et, de plus, cette terre limoneuse fond bien plus aisément que la glaise même la plus impure.

Il est évident, par le grand nombre de coquilles et autres productions marines qui se trouvent dans toutes les glaises, qu'elles ont été transportées avec les dépouilles des animaux marins, et qu'elles ont été déposées et stratifiées ensemble par couches horizontales dans presque tous les lieux de la terre par les eaux de la mer; leurs couleurs indiquent aussi qu'elles sont imprégnées de parties minérales, et particulièrement de fer, qui paroît leur donner toutes leurs différentes couleurs. D'ailleurs on trouve presque toujours entre les lits de glaises des pyrites martiales, dont les parties constituantes ont été entraînées de la couche de terre végétale par l'infiltration des eaux, et se sont réunies sous cette forme de pyrites entre les lits de ces argiles impures.

Le fer en plus ou moins grande quantité donne toutes les couleurs aux terres qu'il pénètre. La plus noire de toutes les argiles est celle qu'on a improprement appelée *creta nigra fabrilis*, et que les ouvriers connoissent sous le nom de *pierre noire :* elle contient plus de parties ferrugineuses qu'aucune autre argile; et la teinte rouge ou rougeâtre qu'elle prend, ainsi que toutes les glaises, à un certain degré de feu, achève de démontrer que le fer est le principe de leurs différentes couleurs.

Toutes les glaises se durcissent au feu, et peuvent y acquérir une si grande dureté qu'elles étincellent par le choc de l'acier; dans cet état elles sont plus voisines de celui de la liquéfaction, car on peut les fondre et les vitrifier d'autant plus aisément qu'elles sont plus recuites au feu. Leur densité augmente à mesure qu'elles éprouvent une chaleur plus grande; et lorsqu'on les a bien fait sécher au soleil, elles ne perdent ensuite que très-peu de leur poids spécifique, au feu même le plus violent. On a observé, en réduisant en poudre une masse d'argile cuite, que ses molécules avoient perdu leur qualité spongieuse, et qu'elles ne peuvent reprendre leur première ductilité.

Les hommes ont très-anciennement employé l'argile cuite en briques plates pour bâtir, et en vaisseaux creux pour contenir l'eau et les autres liqueurs; et il paroît, par la comparaison des édifices antiques, que l'usage de l'argile cuite a précédé celui des pierres calcaires ou des matières vitreuses, qui, demandant plus de temps et de travail pour être mises en œuvre, n'auront été employées que plus tard et moins généralement que l'argile et la glaise, qui se trouvent partout, et qui se prêtent à tout ce qu'on veut en faire.

La glaise forme l'enveloppe de la masse entière du globe; les premiers lits se trouvent immédiatement sous la couche de terre végétale, comme sous les bancs calcaires auxquels elle sert de base; c'est sur cette terre ferme et compacte que se rassemblent tous les filets d'eau qui descendent par les fentes des rochers, ou qui se filtrent à travers la terre végétale. Les couches de glaise comprimées par le poids des couches supérieures, et étant elles-mêmes d'une grande épaisseur, deviennent impénétrables à l'eau, qui ne peut qu'humecter leur première surface : toutes les eaux qui arrivent à cette couche argileuse, ne pouvant la pénétrer, suivent la première pente qui se présente, et sortent en forme de sources entre le dernier banc des rochers et le premier lit de glaise. Toutes les fontaines proviennent des eaux pluviales infiltrées et rassemblées sur la glaise; et j'ai souvent observé que l'humidité retenue par cette terre est infiniment favorable à la végétation. Dans les étés les plus secs, comme celui de cette année 1778, les plantes agrestes, et surtout les arbres, avoient perdu presque toutes leurs feuilles dès les premiers jours de septembre, dans toutes les contrées dont les terrains sont de sable, de craie, de tuf, ou de ces matières mélangées, tandis que, dans les pays dont le fond est de glaise, ils ont conservé leur verdure et leurs feuilles. Il n'est pas même nécessaire que la glaise soit immédiatement sous la terre végétale pour qu'elle puisse produire ce bon effet; car, dans mon jardin, dont la terre végétale n'a que trois ou quatre pieds de profondeur, et se trouve posée sur un plateau de pierre calcaire de cinquante-quatre pieds d'épaisseur, les char-

milles élevées de vingt pieds, et les arbres hauts de quarante, étoient aussi verts que ceux du vallon après deux mois de sécheresse, parce que ces rochers de cinquante-quatre pieds d'épaisseur, portant sur la glaise, en laissent passer par leurs fentes perpendiculaires les émanations humides qui rafraîchissent continuellement la terre végétale où ces arbres sont plantés.

La glaise retient donc constamment à sa superficie une partie des eaux infiltrées dans les terres supérieures ou tombées par les fentes des rochers, et ce n'est que du superflu de ces eaux que se forment les sources et les fontaines qui sourdent au pied des collines. Toute l'eau que la glaise peut admettre dans sa propre substance, toute celle qui peut descendre des couches supérieures aux couches inférieures par les petites fentes qui les divisent perpendiculairement sont retenues et contenues en stagnation presque sans mouvement entre les différens lits de cette glaise; et c'est dans cet état de repos que l'eau donne naissance aux productions hétérogènes qu'on trouve dans la glaise, et que nous devons indiquer ici.

1° Comme il y a dans toutes les argiles transportées et déposées par les eaux de la mer un très-grand nombre de coquilles, telles que cornes d'ammon, bélemnites, et plusieurs autres dépouilles des animaux testacés et crustacés, l'eau les décompose et même les dissout peu à peu; elle se charge de ces molécules dissoutes, les entraîne, et les dépose dans les petits vides ou cavités qu'elle rencontre entre les lits d'argile : ce dépôt de matiere calcaire devient bientôt une pierre plus ou moins solide, ordinairement plate et en petit volume. Cette pierre, quoique formée de substance calcaire, ne contient jamais de coquilles, parce qu'elle n'est composée que de leurs détrimens, trop divisés pour qu'on puisse reconnoître les vestiges de leur forme. D'ailleurs les eaux pluviales, en s'infiltrant dans les rochers calcaires et dans les terres qui surmontent les glaises, entraînent un sable de la même nature que ces rochers ou ces terres; et ce sablon calcaire, en se mêlant avec l'argile délayée par l'eau, forme souvent des pierres mi-parties de ces deux substances : on reconnoît ces pierres *argilo-calcaires* à leur couleur, qui est ordinairement bleue, brune ou noire; et comme elles se forment entre les lits de la glaise, elles sont plates et n'ont guere qu'un pouce ou deux d'épaisseur : elles ne sont séparées les unes des autres que par de petites fentes verticales, et elles forment une couche mince et horizontale entre les lits de glaise. Ces pierres mixtes sont presque toujours plus dures que les pierres calcaires pures : elles se calcinent plus difficilement et résistent à l'action des acides, d'autant plus qu'elles contiennent moins de matières calcaires.

2° L'on trouve aussi de petites couches de plâtre entre les lits de glaise. Or le plâtre n'est qu'une matière calcaire pénétrée d'acides; et comme il y a dans toutes les glaises, indépendamment des coquilles, une quantité plus ou moins grande de sable calcaire infiltrée par les eaux, et qu'en même temps on ne peut douter que l'acide n'y soit aussi très-abondamment répandu, puisqu'on trouve communément des pyrites martiales dans ces mêmes glaises, il paroît clair que c'est par la réunion de la matiere calcaire à l'acide que se produisent les premieres molécules gypseuses, qui, étant ensuite entraînées et déposées par la stillation des eaux, forment ces petites couches de plâtre qui se trouvent entre les lits des glaises.

3° Les pyrites qu'on trouve dans ces glaises sont ordinairement en forme aplatie et toutes séparées les unes des autres, quoique disposées sur un même niveau entre les lits de glaise; et comme ces pyrites sont composées de la matiere du feu fixe, de terre ferrugineuse, et d'acide, elles démontrent dans les glaises non seulement la présence de l'acide, mais encore celle du fer; et en effet les eaux, en s'infiltrant, entraînent les molécules de la terre limoneuse qui contient la matière du feu fixe, ainsi que celle du fer; et ces molécules saisies par l'acide ont produit des pyrites dont l'établissement s'est fait de la même maniere que celui des petites couches de plâtre ou de pierre calcaire entre les lits de glaise : la seule différence est que ces dernieres matieres sont en petites couches continues et d'égale épaisseur, au lieu que les pyrites sont pelotonnées sur un centre, ou aplaties en forme de galets, et qu'elles n'ont entre elles ni continuité ni contiguité que par un petit cordon de matiere pyriteuse, qui souvent communique d'une pyrite à l'autre.

4° L'on trouve aussi dans les glaises de petites masses de charbon de terre et de jayet, et de plus il me paroît qu'elles contiennent une matière grasse qui les rend imperméables à l'eau [1]. Or ces matieres hui-

1. C'est probablement par l'affinité de son huile avec les autres huiles ou graisses que la glaise peut s'en imbiber et les enlever sur les étoffes

leuses ou bitumineuses, ainsi que le jayet et le charbon de terre, ne proviennent que des détrimens des animaux et des végétaux, et ne se trouvent dans la glaise que parce que originairement, lorsqu'elle a été transportée et déposée par les eaux de la mer, ces eaux étoient mêlées de terres limoneuses, et déjà fortement imprégnées des huiles végétales et animales produites par la pourriture et la décomposition des êtres organisés : aussi plus on descend dans la glaise, plus les couches paroissent être bitumineuses; et ces couches inférieures de la glaise se sont formées en même temps que les couches de charbon de terre, toutes ont été établies par le mouvement et par les sédimens des eaux qui ont transporté et mêlé les glaises avec les débris des coquilles et les détrimens des végétaux.

5° Les glaises ont communément une couleur grise, bleue, brune ou noire, qui devient d'autant plus foncée, qu'on descend plus profondément : elles exhalent en même temps une odeur bitumineuse; et lorsqu'on les cuit au feu, elles répandent au loin l'odeur de l'acide vitriolique. Ces indices prouvent encore qu'elles doivent leur couleur au fer, et que les couches inférieures recevant les égouts des couches supérieures, la teinture du fer y est plus forte et la quantité des acides plus grande : aussi cette glaise des couches les plus basses est-elle non seulement plus brune ou plus noire, mais encore plus compacte, au point de devenir presque aussi dure que la pierre. Dans cet état, la glaise prend les noms de *schiste* et d'*ardoise;* et quoique ces deux matières ne soient vraiment que des argiles durcies, comme elles en ont dépouillé la ductilité, qu'elles semblent aussi avoir acquis de nouvelles qualités, nous avons cru devoir les séparer des argiles et des glaises, et en traiter dans l'article suivant.

c'est cette huile qui la rend pétrissable et douce au toucher; et lorsque cette huile se trouve mêlée avec des sels, elle forme une terre savonneuse telle que la terre à foulon.

DES SCHISTES ET DE L'ARDOISE.

L'ARGILE diffère des schistes et de l'ardoise, en ce que ses molécules sont spongieuses et molles; au lieu que les molécules de l'ardoise ou du schiste ont perdu cette mollesse et cette texture spongieuse qui fait que l'argile peut s'imbiber d'eau. Le dessèchement seul de l'argile peut produire cet effet, surtout si elle a été exposée à une longue et forte chaleur, puisque nous avons vu ci-devant qu'en réduisant cette argile cuite en poudre, on ne peut plus en faire une pâte ductile; mais il me paroît aussi que deux mélanges ont pu contribuer à diminuer cette mollesse naturelle de l'argile et à la convertir en schiste et en ardoise : le premier de ces mélanges est celui du *mica*, le second celui du *bitume;* car toutes les ardoises et les schistes sont plus ou moins parsemés ou pétris de mica, et contiennent aussi une certaine quantité de bitume, plus grande dans les ardoises, moindre dans la plupart des schistes, et rendue sensible dans tous deux par la combustion.

Ce mélange de mica et cette teinture de bitume nous montrent la production des schistes et des ardoises comme une formation secondaire dans les argiles, et même en fixent l'époque par deux circonstances remarquables. La première est celle du mica disséminé, qui prouve que dès lors les eaux avoient enlevé des particules de la surface des roches vitreuses primitives, et surtout des granites, dont elles transportoient les débris; car, dans les argiles pures, il ne se trouve pas de mica, ou du moins il y a changé de nature par le travail intime de l'eau sur les poudres vitrescibles dont a résulté la terre argileuse. La seconde circonstance est celle du bitume dont les ardoises se trouvent plus ou moins imprégnées, ce qui, joint aux empreintes d'animaux et de végétaux sur ces matières, prouve démonstrativement que leur formation est postérieure à l'établissement de la nature vivante dont elles contiennent les débris.

La position des grandes couches, des schistes, et des lits feuilletés des ardoises, mérite encore une attention particulière : les lits de l'ardoise n'ont pas régulièrement une posi-

tion horizontale ; ils sont souvent fort inclinés comme ceux des charbons de terre [1] ; analogie que l'on doit réunir à celle de la présence du bitume dans les ardoises : leurs feuillets se délitent suivant le plan de cette inclinaison; ce qui prouve que les lits ont été déposés suivant la pente du terrain, et que les feuillets se sont formés par le dessèchement et la retraite de la matière, suivant des lignes plus ou moins approchantes de la perpendiculaire.

Les couches des schistes, infiniment plus considérables et plus communes que les lits d'ardoise [2], sont généralement adossées aux flancs des montagnes primitives, et descendent avec elles pour s'enfouir dans les vallons et souvent reparoître au delà en se relevant sur la montagne opposée.

Apres le quartz et le granite, le schiste est la plus abondante des matières solides du genre vitreux. Il forme des collines et enveloppe souvent les noyaux des montagnes jusqu'à une grande hauteur. La plupart des monts les plus élevés n'offrent à leur sommet que des quartz ou des granites; et ensuite, sur leurs pentes et dans leurs contours, ces mêmes quartz et granites, qui composent le noyau de la montagne, sont environnés d'une grande épaisseur de schiste, dont les couches qui couvrent la base de la montagne se trouvent quelquefois mêlées de quartz et de granites détachés du sommet.

On peut réduire tous les différens schistes à quatre variétés générales : la première, des schistes simples qui ne sont que des argiles plus ou moins durcies, et qui ne contiennent que très-peu de bitume et de mica ; la seconde, des schistes qui, comme l'ardoise, sont mêlés de beaucoup de mica, et d'une assez grande quantité de bitume pour en exhaler l'odeur au feu; la troisième, des schistes où le bitume est en telle abondance qu'ils brûlent à peu près comme les charbons de terre de mauvaise qualité; et enfin les schistes pyriteux, qui sont les plus durs de tous dans leur carrière, mais qui se décomposent dès qu'ils en sont tirés, et s'effleurissent à l'air et par l'humidité. Ces schistes mêlés et pénétrés de matière pyriteuse ne sont pas si communs que les schistes imprégnés de bitume; néanmoins on en trouve des couches et des bancs très-considérables en quelques endroits. Nous verrons dans la suite que cette matière pyriteuse est très-abondante à la surface et dans les premières couches de la terre.

Tous les schistes sont plus ou moins mélangés de particules micacées; il y en a dans lesquels le mica paroît être en plus grande quantité que l'argile [3]. Ces schistes, ne contenant que peu de bitume et beaucoup de mica, sont les meilleures pierres dont on puisse se servir pour les fourneaux de fusion des mines de fer et de cuivre : ils résistent au feu plus long-temps que le grès, qui s'égrène, quelque dur qu'il soit; ils résistent aussi mieux que les granites, qui se fondent à un feu violent et se convertissent en émail; et ils sont bien préférables à la pierre calcaire, qui peut, à la vérité, résister pendant quelques mois à l'action de ces feux, mais qui se réduit en poussière de chaux au moment qu'ils cessent, et que l'humidité de l'air la saisit; au lieu que les schistes conservent leur nature et leur solidité pendant et après l'action de ces feux continuée très-long-temps; car cette action se borne à entamer leur surface, et il faudroit un feu de plusieurs années pour en altérer la masse à quelques pouces de profondeur.

Les lits les plus extérieurs des schistes, c'est-à-dire ceux qui sont immédiatement sous la couche de terre végétale, se divisent

1. Dans les ardoisières d'Angers, les lits sont presque perpendiculaires : ils sont aussi fort inclinés à Mézières, près de Charleville; à *Lavagna*, dans l'état de Gênes : cependant, en Bretagne, les ardoises sont par lits horizontaux, comme les couches de l'argile.

2. On n'a que deux ou trois bonnes carrières d'ardoise en France; on n'en connoît qu'une ou deux en Angleterre, et une seule en Italie, à *Lavagna*, dans les états de Gênes : cette ardoise, quoique noire, est très-bonne ; toutes les maisons de Gênes en sont couvertes, et l'on en revêt l'intérieur des citernes, dans lesquelles on conserve l'huile d'olive à Lucques et ailleurs : l'huile s'y conserve mieux que dans les citernes de plomb ou enduites de plâtre.

3. Le *macigno* des Italiens est un schiste de cette espèce ; il y en a des collines entières à *Fiesoli*, près de Florence. « Les couches supérieures de ces carrières de *macigno*, dit M. Ferber, sont feuilletées et minces, entremêlées de petites couches argileuses. » (L'auteur auroit dû dire *limoneuses ;* car je suis persuadé que ces petites couches entremêlées sont de terre végétale, et non d'argile.) « Le *macigno* devient plus compacte en entrant dans la profondeur, et ne forme plus qu'une masse ; on en tire de très-grands blocs.... On trouve par-ci par-là, dans le *macigno* compacte, des rognons d'*argile* endurcie, et une multitude de petites taches noires, quelquefois même des couches ou veines de charbon de terre. » (Autre preuve que ce n'est pas de l'argile, mais de la terre végétale ou limoneuse ; c'est le bitume de cette terre limoneuse qui a formé les taches noires.) « Il y a du *macigno* de deux couleurs; le meilleur pour bâtir et le plus durable est celui qui est d'un jaune grisâtre, mélangé d'ocre ferrugineuse.» (*Lettres sur la minéralogie*, etc., page 4.)

en grands morceaux qui affectent une figure rhomboïdale, à peu près comme les grès qui sont mêlés de matière calcaire affectent cette même figure en petit : et, dans les lits inférieurs des schistes, cette affectation de figure est beaucoup moins sensible et même ne se remarque plus; autre preuve que la figuration des minéraux dépend des parties organiques qu'ils renferment; car les premiers lits de schiste reçoivent, par la stillation des eaux, les impressions de la terre végétale qui les recouvre, et c'est par l'action des élémens actifs contenus dans cette terre que les schistes du lit supérieur prennent une sorte de figuration régulière dont l'apparence ne subsiste plus dans les lits inférieurs, parce qu'ils ne peuvent rien recevoir de la terre végétale, en étant trop éloignés et séparés par une grande épaisseur de matière impénétrable à l'eau.

Au reste, le schiste commun ne se délite pas en feuillets aussi minces que l'ardoise, et il ne résiste pas aussi long-temps aux impressions des élémens humides : mais il résiste également à l'action du feu avant de se vitrifier ; et comme il contient une petite quantité de bitume, il semble brûler avant de se fondre, et, comme nous venons de le dire, il y a même des schistes qui sont presque aussi inflammables que le charbon de terre. Ce dernier effet a déçu quelques minéralogistes, et leur a fait penser que le fond du charbon de terre n'étoit, comme celui des schistes, que de l'argile mêlée de bitume, tandis que la substance de ce charbon est, au contraire, de la matière végétale plus ou moins décomposée, et que s'il se trouve de l'argile mêlée dans le charbon, ce n'est que comme matière étrangère : mais il est vrai que la quantité de bitume et de matière pyriteuse est peut-être aussi grande dans certains schistes que dans les charbons de terre impurs et de mauvaise qualité; il y a même des argiles, surtout dans les couches les plus basses, qui sont mêlées d'une assez grande quantité de bitume et de pyrite pour devenir inflammables; elles sont en même temps sèches et dures à peu près comme le schiste, et ce bitume des argiles et des schistes s'est formé dès les premiers temps de la nature vivante par la décomposition des végétaux et des animaux, dont les huiles et les graisses saisies par l'acide se sont converties en bitumes; et les schistes, comme les argiles, contiennent ordinairement d'autant plus de bitume, qu'ils sont situés plus profondément, et qu'ils sont plus voisins des veines de charbon auxquelles ils servent de lits et d'enveloppe; car lorsqu'on ne trouve pas l'ardoise au dessous des schistes, on peut espérer d'y trouver des charbons de terre.

Dans les couches les plus profondes, il y a aussi des argiles qui ressemblent aux schistes et même aux ardoises par l'apparence de leur dureté, de leur couleur et de leur inflammabilié : cependant cette argile exposée à l'air démontre bientôt les différences qui la séparent de l'ardoise; elle n'est pas long-temps sans s'exfolier, s'imbiber d'humidité, se ramollir, et reprendre sa qualité d'argile; au lieu que les ardoises, loin de s'amollir à l'air, ne font que s'y durcir davantage, et l'on doit mettre les mauvais schistes au nombre de ces argiles dures.

Comme toutes les argiles, ainsi que les schistes et les ardoises, ont été primitivement formées des sables vitreux atténués et décomposés dans l'eau, on ne peut se dispenser d'admettre différens degrés de décomposition dans ces sables : aussi trouve-t-on dans l'argile des grains encore entiers de ce sable vitreux qui ne sont que peu ou point altérés; d'autres qui ont subi un plus grand degré de décomposition. On y trouve de même de petits lits de ce sable à demi décomposé, et dans les ardoises et les schistes le mica y est souvent aussi atténué, aussi doux au toucher que le talc, en sorte qu'on peut suivre les nuances successives de cette décomposition des sables vitreux, jusqu'à leur conversion en argile. Les glaises mélangées de ces sables vitreux trop peu décomposés n'ont point encore acquis leur entière ductilité; mais, en général, l'argile même la plus molle devient d'autant plus dure qu'elle est plus desséchée et plus imprégnée de bitume, et d'autant plus feuilletée qu'elle est plus mêlée de mica.

Je ne vois pas qu'on puisse attribuer à d'autres causes qu'au dessèchement et au mélange du mica et du bitume, cette sécheresse des ardoises et des schistes qui se reconnoît jusque dans leurs molécules; et j'imagine que comme elles sont mêlées de particules micacées en assez grande quantité, chaque paillette de mica aura dû attirer l'humidité de chaque molécule d'argile, et que le bitume, qui se refuse à toute humidité, aura pu durcir l'argile au point de la changer en schiste et en ardoise : dès lors les molécules d'argile seront demeurées sèches, et les schistes composés de ces molécules desséchées et de celles du mica auront acquis assez de dureté pour être, comme les bitumes, impénétrables à l'eau; car, indé-

pendamment de l'humidité que les micas ont dû tirer de l'argile, on doit encore observer qu'étant mêlés en quantité dans tous les schistes et ardoises, le seul mélange de ces particules seches, qui paroît être moins intime qu'abondant, a dû laisser de petits vides par lesquels l'humidité contenue dans les molécules d'argile a pu s'échapper.

Cette quantité de mica que contiennent les ardoises me semble leur donner quelques rapports avec les talcs; et si l'argile fait le fonds de la matiere de l'ardoise, on peut croire que le mica en est l'alliage et lui donne la forme : car les ardoises se délitent, comme le talc, en feuilles minces; elles participent de sa sécheresse, et résistent de même aux impressions des élémens humides : enfin elles se changent également en verre brun par un feu violent. L'ardoise paroît donc participer de la nature de ce verre primitif : on le voit en la considérant attentivement au grand jour; sa surface présente une infinité de particules micacées, d'autant plus apparentes que l'ardoise est de meilleure qualité.

La bonne ardoise ne se trouve jamais dans les premieres couches du schiste : les ardoisieres les moins profondes sont à trente ou quarante pieds; celles d'Angers sont à deux cents. Les derniers lits de l'ardoise, comme ceux de l'argile, sont plus noirs que les premiers; cette ardoise noire des lits inférieurs, exposée à l'air pendant quelque temps, prend néanmoins, comme les autres, la couleur bleuâtre que nous leur connoissons et que toutes conservent tres-long-temps; elles ne perdent cette couleur bleue que pour en prendre une plus tendre d'un blanc grisâtre, et c'est alors qu'elles brillent de tous les reflets des particules micacées qu'elles contiennent, et qui se montrent d'autant plus, que ces ardoises ont été anciennement exposées aux impressions de l'air.

L'ardoise ne se trouve pas dans les argiles molles et pénétrées de l'humidité des eaux, mais dans les schistes, qui ne sont eux-mêmes que des ardoises grossieres. Les minieres d'ardoises s'annoncent ordinairement par un lit de schiste noirâtre de quelques pouces d'épaisseur, qui se trouve immédiatement sous la couche de terre végétale. Ce premier lit de pierre schisteuse est divisé par un grand nombre de fentes verticales, comme le sont les premiers lits des pierres calcaires, et l'on peut également en faire du moellon : mais ce schiste, quoique assez dur, n'est pas aussi sec que l'ardoise; il est même spongieux et se ramollit par l'humidité lorsqu'il y est long-temps exposé. Les bancs qui sont au dessous de ce premier lit ont plus d'épaisseur et moins de fentes verticales; leur continuité augmente avec leur masse à mesure que l'on descend, et il n'est pas rare de trouver des bancs de cette pierre schisteuse de quinze ou vingt pieds d'épaisseur sans délits remarquables. La finesse du grain de ces schistes, leur sécheresse, leur pureté, et leur couleur noire, augmentent aussi en raison de leur situation à de plus grandes profondeurs; et d'ordinaire c'est au plus bas que se trouve la bonne ardoise.

L'on voit sur quelques-uns de ces feuillets d'ardoise des impressions de poissons à écailles, de crustacés, et de poissons mous, dont les analogues vivans ne nous sont pas connus, et en même temps on n'y voit que très-peu ou point de coquilles. Ces deux faits paroissent, au premier coup d'œil, difficiles à concilier, d'autant que les argiles, dont on ne peut douter que les ardoises ne soient au moins en partie composées, contiennent une infinité de coquilles, et rarement des empreintes de poissons. Mais on doit observer que les ardoises, et surtout celles où l'on trouve des impressions de poissons, sont toutes situées à une grande profondeur, et qu'en même temps les argiles contiennent une plus grande quantité de coquilles dans leurs lits supérieurs que dans les inférieurs, et que même, lorsqu'on arrive à une certaine profondeur, on n'y trouve plus de coquilles. D'autre part, on sait que le plus grand nombre des coquillages vivans n'habitent que les rivages ou les terrains élevés dans le fond de la mer, et qu'en même temps il y a quelques espèces de poissons et de coquillages qui n'en habitent que les vallées, à une profondeur plus grande que celle où se trouvent communément tous les autres poissons et coquillages. Dès lors on peut penser que les sédimens argileux qui ont formé les ardoises à cette plus grande profondeur n'auront pu saisir en se déposant que ces espèces, en petit nombre, de poissons ou de coquillages qui habitent les bas-fonds, tandis que les argiles qui sont situées plus haut que les ardoises auront enveloppé tous les coquillages des rivages et des hauts fonds, où ils se trouvent en bien plus grande quantité [1].

1. Il se trouve aussi, quoique rarement, des poissons pétrifiés dans les substances calcaires au dessus des montagnes; mais les espèces de ces poissons ne sont pas inconnues ou perdues, comme celles qui se trouvent dans les ardoises. M. Ferber rap-

Nous ajouterons aux propriétés de l'ardoise que, quoiqu'elle soit moins dure que la plupart des pierres calcaires, il faut néanmoins employer la masse et les coins pour la tirer de sa carrière ; que la bonne ardoise ne fait pas effervescence avec les acides, et qu'aucune ardoise ni aucun schiste ne se réduit en chaux, mais qu'ils se convertissent par un feu violent en une sorte de verre brun, souvent assez spumeux pour nager sur l'eau. Nous observerons aussi qu'avant de se vitrifier ils brûlent en partie, en exhalant une odeur bitumineuse ; et enfin que quand on les réduit en poudre, celle de l'ardoise est douce au toucher comme la poussière de l'argile séchée, mais que cette poudre d'ardoise détrempée avec de l'eau ne reprend pas en séchant sa dureté, ni même autant de consistance que l'argile.

Le même mélange de bitume et de mica qui donne à l'ardoise sa solidité fait en même temps qu'elle ne peut s'imbiber d'eau ; aussi lorsqu'on veut éprouver la qualité d'une ardoise, il ne faut qu'en faire tremper dans l'eau le bord d'une feuille suspendue verticalement : si l'eau n'est pas pompée par la succion capillaire, et qu'elle n'humecte pas l'ardoise au dessus de son niveau, on aura la preuve de son excellente qualité ; car les mauvaises ardoises, et même la plupart de celles qu'on emploie à la couverture des bâtimens, sont encore spongieuses et s'imbibent plus ou moins de l'humidité, en sorte que la feuille d'ardoise dont le bord est plongé dans l'eau s'humectera à plus ou moins de hauteur en raison de sa bonne ou mauvaise qualité. La bonne ardoise peut se polir, et on en fait des tables de toutes dimensions ; on en a vu de dix à douze pieds en longueur sur une largeur proportionnée.

Quoiqu'il y ait des schistes plus ou moins durs, cependant on doit dire qu'en général ils sont encore plus tendres que l'ardoise, et que la plupart sont d'une couleur moins foncée. Ils ne se divisent pas en feuillets aussi minces que l'ardoise, et néanmoins ils contiennent souvent une plus grande quantité de mica ; mais l'argile qui en fait le fonds est vraisemblablement composée de molécules grossières, et qui, quoiqu'en partie desséchées, conservent encore leur qualité spongieuse et peuvent s'imbiber d'eau ; ou bien leur mica, plus aigre et moins atténué, n'a pas acquis, en s'adoucissant, cette tendance à la conformation talqueuse ou feuilletée qu'il paroît communiquer aux ardoises : aussi lorsqu'on réduit le schiste en lames minces, il se détériore à l'air, et ne peut servir aux mêmes usages que l'ardoise ; mais on peut l'employer en masses épaisses pour bâtir.

J'ai dit que les collines calcaires avoient l'argile pour base, et j'ai entendu non seulement les glaises ou argiles molles communes, mais aussi les schistes ou argiles desséchées. La plupart des montagnes calcaires sont posées sur l'argile ou sur le schiste. « Les montagnes, dit M. Ferber, de la Styrie inférieure, de toute la Carniole, et jusqu'à Vienne en Autriche, sont formées de couches horizontales plus ou moins épaisses (de pierre calcaire), entassées les unes sur les autres, et ont pour base un véritable schiste argileux, c'est-à-dire une ardoise bleue ou noire, ou bien un *schiste de corne* mélangé de quartz et de mica, pénétré d'une petite partie d'argile. J'ai eu, dit-il, presque à chaque pas l'occasion de me convaincre que ce schiste s'étend sans interruption sous ces montagnes calcaires : quelquefois même on le voit à découvert s'élever au dessus du rez de terre ; mais lorsqu'il s'est montré pendant un certain temps, il s'enfouit de nouveau sous la pierre calcaire. »

L'argile, ou sous sa propre forme, ou sous celle d'ardoise et de schiste, compose donc la première terre, et forme les premières couches qui aient été transportées, et disposées par les eaux ; et ce fait s'unit à tous les autres pour prouver que les matières vitrescibles sont les substances premières et primitives, puisque l'argile formée de leurs débris est la première terre qui ait couvert la surface du globe. Nous avons vu de plus que c'est dans cette terre que se trouvent généralement les coquilles d'espèces anciennes, comme c'est aussi sur les ardoises qu'on voit les empreintes des poissons inconnus qui ont appartenu au premier Océan. Ajoutons à ces grands faits une observation non moins importante, et qui rappelle à la fois et l'époque de la formation des couches d'argile et les grands mouvemens qui bou-

porte qu'on trouve dans la collection de M. Moréni de Vérone le poisson ailé et quelques poissons du Brésil, qui ne vivent ni dans la Méditerranée ni dans le golfe Adriatique ; la pinne marine, des os d'animaux, des plantes exotiques pétrifiées et imprimées sur un schiste calcaire, toutes tirées de la montagne du Véronois appelée *Monte-Bolca*. (*Lettres sur la minéralogie*, par M. Ferber, page 27.)

Observons que ces poissons, dont les analogues vivans existent encore, n'ont été pétrifiés que bien long-temps après ceux dont les espèces sont perdues : aussi se trouvent-ils au dessus des montagnes, tandis que les autres ne se trouvent que dans les ardoises à de grandes profondeurs.

leversoient encore alors la nature ; c'est qu'un grand nombre de ces lits de schistes et d'ardoises ne paroissent s'être inclinés que par violence, ayant été déposés sur les voûtes des grandes cavernes avant que leur affaissement fît pencher les masses dont elles étoient surmontées, tandis que les couches calcaires, déposées plus tard sur la terre affermie, offrent rarement de l'inclinaison dans leurs bancs, qui sont assez généralement horizontaux, ou beaucoup moins inclinés que ne le sont communément les lits des schistes et des ardoises.

DE LA CRAIE.

Jusqu'ici nous n'avons parlé que des matières qui appartiennent à la première nature : le quartz, le jaspe, les porphyres, les granites, produits immédiats du feu primitif; les grès, les argiles, les ardoises, détrimens de ces premieres substances, et qui, quoique transportés, pénétrés, figurés par les eaux, et même mélangés des premières productions de ce second élément, n'en appartiennent pas moins à la grande masse primitive des matières vitreuses, lesquelles, dans cette première époque, composoient seules le globe entier. Maintenant considérons les matieres calcaires qui se trouvent en si grande quantité et en tant d'endroits sur cette premiere surface du globe, et qui sont proprement l'ouvrage de l'eau même et son produit immédiat. C'est dans cet élément que se sont en effet formées ces substances qui n'existoient pas auparavant, qui n'ont pu se produire que par l'intermède de l'eau, et qui non seulement ont été transportées, entassées, et disposées par ses mouvemens, mais même ont été combinées, composées, et produites dans le sein de la mer.

Cette production d'une nouvelle substance pierreuse par le moyen de l'eau est un des plus étonnans ouvrages de la nature, et en même temps un des plus universels; il tient à la génération la plus immense peut-être qu'elle ait enfantée dans sa premiere fécondité : cette génération est celle des coquillages, des madrepores, des coraux, et de toutes les especes qui filtrent le suc pierreux et produisent la matiere calcaire, sans que nul autre agent, nulle autre puissance particuliere de la nature puisse ou ait pu former cette substance. La multiplication de ces animaux à coquilles est si prodigieuse, qu'en s'amoncelant ils élèvent encore aujourd'hui en mille endroits des récifs, des bancs, des hauts-fonds, qui sont les sommets des collines sous-marines, dont la base et la masse sont également formées de l'entassement de leurs dépouilles [1]. Et combien dut être encore plus immense le nombre de ces ouvriers du vieil Océan dans le fond de la mer universelle, lorsqu'elle saisit tous les principes de fécondité répandus sur le globe animé de sa première chaleur !

Sans cette réflexion, pourrions-nous soutenir la vue vraiment accablante des masses de nos montagnes calcaires, entièrement composées de cette matière toute formée des dépouilles de ces premiers habitans de la mer? Nous en voyons à chaque pas les prodigieux amas ; nous en avons déjà recueilli mille preuves [2] : chaque contrée peut en offrir de nouvelles, et les articles suivans les confirmeront encore par un plus grand développement [3].

Nous commencerons par la craie, non qu'elle soit la plus commune ou la plus noble des substances calcaires, mais parce que de ces matieres, qui toutes également tirent leur origine des coquilles, la craie doit en être regardée comme le premier détriment, dans lequel cette substance coquilleuse est encore toute pure, sans mélange d'autre matière, et sans aucune de ces nouvelles formes de cristallisation spathique que la stillation des eaux donne à la plupart des pierres calcaires; car, en réduisant des coquilles en

1. Cette multitude d'iles basses et de bancs sur lesquels se perdit le navigateur Roggewein, ont été revus et reconnus par MM. Byron et Cook ; toutes ces iles ne sont soutenues que par des bancs de corail, élevés du fond de la mer jusqu'à sa surface. Ce fait étonnant a été si bien vu par ces bons observateurs, qu'on ne peut le révoquer en doute. Voyez de plus toutes les relations des navigateurs, sur les sondes tombées sur des rochers de coquillages, et sur les cables et grelins des ancres coupés contre les recifs de madrépores et de coraux.

2. Voyez tous les articles de la *Theorie de la terre* et des *Preuves*, sur les carrières et les montagnes composées de coquillages et autres dépouilles des productions marines.

3. Voyez en particulier les articles de la *Pierre calcaire* et du *Marbre*.

poudre, on aura une matière semblable à celle de la craie pulvérisée.

Il a donc pu se former de grands dépôts de ces poudres de coquilles, qui sont encore aujourd'hui sous cette forme pulvérulente, ou qui ont acquis avec le temps de la consistance et quelque solidité : mais les craies sont en général ce qu'il y a de plus léger et de moins solide dans ces matières calcaires, et la craie la plus dure est encore une pierre tendre; souvent, au lieu de se présenter en masses solides, la craie n'est qu'une poussière sans cohésion, surtout dans ses couches extérieures. C'est à ces lits de poussière de craie qu'on a souvent donné le nom de *marne :* mais je dois avertir, pour éviter toute confusion, que ce nom ne doit s'appliquer qu'à une terre mêlée de craie et d'argile, ou de craie et de terre limoneuse, et que la craie est au contraire une matière simple, produite par le seul détriment des substances purement calcaires.

Ces dépôts de poudre coquilleuse ont formé des couches épaisses et souvent très-étendues, comme on le voit dans la province de Champagne, dans les falaises de Normandie, dans l'Ile-de-France, à la Roche-Guyon, etc.; et ces couches composées de poussières légères, ayant été déposées les dernières, sont exactement horizontales, et prennent rarement de l'inclinaison, même dans leurs lits les plus bas, où elles acquièrent plus de dureté que dans les lits supérieurs. Cette même différence de solidité s'observe dans toutes les carrières anciennement formées par les sédimens des eaux de la mer. La masse entière de ces bancs calcaires étoit également molle dans le commencement; mais les couches inférieures, formées avant les autres, se sont consolidées les premières; et en même temps elles ont reçu par infiltration toutes les particules pierreuses que l'eau a détachées et entraînées des lits supérieurs. Cette addition de substance a rempli les intervalles et les pores des pierres inférieures, et a augmenté leur densité et leur dureté à mesure qu'elles se formoient et prenoient de la consistance par la réunion de leurs propres parties. Cependant la dureté des matières calcaires est toujours inférieure à celle des matières vitreuses qui n'ont point été altérées ou décomposées par l'eau. Les substances coquilleuses dont les pierres calcaires tirent leur origine sont, par leur nature, d'une consistance plus molle et moins solide que les matières vitreuses; mais quoiqu'il n'y ait point de pierres calcaires aussi dures que le quartz ou les jaspes, quelques-unes, comme les marbres, le sont néanmoins assez pour recevoir un beau poli.

La craie même, la plus durcie, n'est susceptible que du poli gras que prennent les matières tendres, et se réduit au moindre effort en une poussière semblable à la poudre des coquilles; mais quoiqu'une grande partie des craies ne soit en effet que le débris immédiat de la substance des coquilles, on ne doit pas borner à cette seule cause la production de toutes les couches de craie qui se trouvent à la surface de la terre : elles ont, comme les sables vitreux, une double origine; car la quantité de la matière coquilleuse réduite en poussière s'est considérablement augmentée par les détrimens et les exfoliations qui ont été détachés de la surface des masses solides de pierres calcaires par l'impression des élémens humides. L'établissement local de ces masses calcaires paroît en plusieurs endroits avoir précédé celui des couches de craie. Par exemple, le grand terrain crétacé de la Champagne commence au dessous de Troyes et finit au delà de Rethel; ce qui fait une étendue d'environ quarante lieues, sur dix ou douze de largeur moyenne; et la montagne de Reims, qui fait saillie sur ce terrain, n'est pas de craie, mais de pierre calcaire dure : il en est de même du mont *Aimé*, qui est isolé au milieu de ces plaines de craie, et qui est également composé de bancs de pierres dures très-différentes de la craie, et qui sont semblables aux pierres des montagnes situées de l'autre côté de Vertus et de Bergères. Ces montagnes de pierre dure paroissent donc avoir surmonté de tout temps les collines et les plaines où gisent actuellement les craies, et dès lors on peut présumer que ces couches de craie ont été formées, du moins en partie, par les exfoliations et les poussières de pierre calcaire que les élémens humides auront détachées de ces montagnes, et que les eaux auront entraînées dans les lieux plus bas où gît actuellement la craie. Mais cette seconde cause de la production des craies est subordonnée à la première; et même dans plusieurs endroits de ce grand terrain crétacé la craie présente sa première origine, et paroît purement coquilleuse; elle se trouve composée ou remplie de coquilles entières parfaitement conservées, comme on le voit à Courtagnon et ailleurs; en sorte qu'on ne peut douter que l'établissement local de ces couches de craies mêlées de coquilles ne se soit fait dans le sein de la mer et par le mouvement de ses eaux. D'ailleurs on trouve souvent les dépôts ou

lits de craie surmontés par d'autres matières qui n'ont pu être amenées que par alluvion, comme en Pologne, où les craies sont très-abondantes, et particulièrement dans le territoire de Sadki, où M. Guettard dit, d'après Rzaczynski, qu'on ne trouve la craie qu'au dessous d'un lit de mine de fer qui est précédé de plusieurs autres couches de différentes matières.

Ces dépôts de craie formés au fond de la mer par le sédiment des eaux n'étoient pas originairement d'une matière aussi simple ou aussi pure qu'elle l'est aujourd'hui ; car on trouve, entre les couches de cette matière crétacée, de petits lits de substance vitreuse ; le *silex*, que nous nommons *pierre à fusil*, n'est nulle part en aussi grande quantité que dans les craies. Ainsi cette poussière crétacée étoit mélangée de particules vitreuses et silicées, lorsqu'elle a été transportée et déposée par les eaux ; et après l'établissement de ces couches de craie mêlées de parties silicées, l'eau les aura pénétrées par infiltration, se sera chargée de ces particules silicées, et les aura déposées entre les couches de craie, où elles se seront réunies par leur force d'affinité; elles y ont pris la forme et le volume que les cavités ou les intervalles entre les couches leur ont permis de prendre. Cette sécrétion de silex se fait dans les craies de la même manière que celle de la matière calcaire se fait dans les argiles : ces substances hétérogènes, atténuées par l'eau et entraînées par sa filtration, sont également posées entre les grandes couches de craie et d'argile, et disposées de même en lits horizontaux ; seulement on observe que les petites masses de pierres calcaires ainsi formées dans l'argile sont ordinairement plates et assez minces, au lieu que les masses de silex formées dans la craie sont presque toujours en petits blocs épais et arrondis. Cette différence peut provenir de ce que la résistance de l'argile est plus grande que celle de la craie ; en sorte que la force de la masse silicée qui tend à se former soulève ou comprime aisément la craie dont elle se trouve environnée ; au lieu que la même force ne peut faire un aussi grand effet dans l'argile, qui, étant plus compacte et plus pesante, cède plus difficilement et se comprime moins. Il y a encore une différence très-apparente dans l'établissement de ces deux sécrétions, relativement à leur quantité : dans les collines de craie coupées à pic on voit partout ces lits de silex, dont la couleur brune contraste avec le blanc de la couche de craie ; souvent il se trouve de distance à autre plusieurs de ces lits posés horizontalement entre les grands lits de craie, dont l'épaisseur est de plusieurs pieds, en sorte que toute la masse de craie, jusqu'à la dernière couche, paroît être traversée horizontalement par ces petits lits de silex, au lieu que dans les argiles coupées de même à-plomb les petits lits de pierre calcaire ne se trouvent qu'entre les couches supérieures, et n'ont jamais autant d'épaisseur et de continuité que les lits de silex, ce qui paroît encore provenir de la facilité de l'infiltration des eaux dans la craie, qu'elles pénètrent dans toute son épaisseur ; au lieu qu'elles ne pénètrent que les premières couches de l'argile, et ne peuvent par conséquent déposer des matières calcaires à une grande profondeur.

La craie est blanche, légère, et tendre ; et, selon ses degrés de pureté, elle prend différens noms. Comme toutes les autres substances calcaires, elle se convertit en chaux par l'action du feu, et fait effervescence avec les acides : elle perd environ un tiers de son poids par la calcination, sans que son volume en soit sensiblement diminué, et sans que sa nature en soit essentiellement altérée ; car, en la laissant exposée à l'air et à la pluie, cette chaux de craie reprend peu à peu les parties intégrantes que le feu lui avoit enlevées, et dans ce nouvel état on peut la calciner une seconde fois, et en faire de la chaux d'aussi bonne qualité que la première. On peut même se servir de la craie crue pour faire du mortier, en la mêlant avec la chaux ; car elle est de même nature que le gravier calcaire, dont elle ne diffère que par la petitesse de ses grains. La craie que l'on connoît sous le nom de *blanc d'Espagne* est l'une des plus fines, des plus pures, et des plus blanches ; on l'emploie pour dernier enduit sur les autres mortiers. Cette craie fine ne se trouve pas en grandes couches, ni même en bancs, mais dans les fentes des rochers calcaires et sur la pente des collines crétacées ; elle y est conglomérée en pelotes plus ou moins grosses ; et quand cette craie fine est encore plus atténuée, elle forme d'autres concrétions d'une substance encore plus légère, auxquelles les naturalistes ont donné le nom de *lac lunæ* (nom très-impropre, puisqu'il ne désigne qu'un rapport chimérique), *medulla saxi* (qui ne convient guère mieux, puisque le mot *saxum*, traduit par ces mêmes naturalistes, ne désigne pas la pierre calcaire, mais le roc vitreux) : cette matière seroit donc mieux désignée par le nom de

fleur de craie ; car ce n'est en effet que la partie la plus ténue de la craie, que l'eau détache et dépose ensuite dans les cavités qu'elle rencontre. Et lorsque ce dépôt, au lieu de se faire en masses, ne se fait qu'en superficie, cette même matière prend la forme de lames et d'écailles auxquelles ces mêmes nomenclateurs en minéralogie ont donné le nom d'*agaric minéral* (ce qui n'est fondé que sur une fausse analogie).

Les hommes, avant d'avoir construit des maisons, ont habité les cavernes : ils se sont mis à l'abri des rigueurs de l'hiver et de la trop grande ardeur de l'été, en se réfugiant dans les antres des rochers ; et lorsque cette commodité leur a manqué, ils ont cherché à se la procurer aux moindres frais possibles, en faisant des galeries et des excavations dans les matières les moins dures, telles que la craie. Le nom de *Troglodytes* (habitans des cavernes), donné aux peuples les plus antiques, en est la preuve, aussi bien que le grand nombre de ces grottes que l'on voit encore aux Indes, en Arabie, et dans tous les climats où le soleil est brûlant et l'ombrage rare. La plupart de ces grottes ont été travaillées de main de l'homme, et souvent agrandies au point de former de vastes habitations souterraines, où il ne manque que la facilité de recevoir le jour; car, du reste, elles sont saines, et, dans ces climats chauds, fraîches sans humidité. On voit même dans nos coteaux et collines de craie des excavations à rez-de-chaussée, pratiquées avec avantage et moins de dépense qu'il ne faudroit pour construire des murs et des voûtes; et les blocs tirés de ces excavations servent de matériaux pour bâtir les étages supérieurs. La craie des lits inférieurs est en effet une espece de pierre assez tendre dans sa carriere, mais qui se durcit à l'air, et qu'on peut employer non seulement pour bâtir, mais aussi pour les ouvrages de sculpture.

La craie n'est pas si généralement répandue que la pierre calcaire dure; ses couches, quoique tres-étendues en superficie, ont rarement autant de profondeur que celle des autres pierres, et, dans cinquante ou soixante pieds de hauteur perpendiculaire, on voit souvent les degrés du plus ou moins de solidité de la craie. Elle est ordinairement en poussiere ou en moellon tres-tendre dans le lit supérieur : elle prend plus de consistance à mesure qu'elle est située plus bas ; et comme l'eau la pénetre jusqu'à la plus grande profondeur, et se charge des molécules crétacees les plus fines, elle produit non seulement les pelotes de blanc d'Espagne, de moelle de pierre [1], et de fleur de craie, mais aussi les stalactites solides ou en tuyaux dont sont formés les tufs. Toutes ces concrétions qui proviennent des détrimens de la craie ne contiennent point de coquilles; elles sont, comme toutes les autres exsudations ou stillations, composées des particules les plus déliées que l'eau a enlevées et ensuite déposées sous différentes formes dans les fentes ou cavités des rochers, ou dans les lieux plus bas où elles se sont rassemblées.

Ces dépôts secondaires de matières crétacées se font assez promptement pour remplir en quelques années des trous de trois ou quatre pieds de diamètre, et d'autant de profondeur. Toutes les personnes qui ont planté des arbres dans les terrains de craie ont pu s'apercevoir d'un fait qui doit servir ici d'exemple. Ayant planté un bon nombre d'arbres fruitiers dans un terrain fertile en grains, mais dont le fond est d'une craie blanche et molle, et dont les couches ont une assez grande profondeur, les arbres y pousserent assez vigoureusement la premiere et la seconde année, ensuite ils languirent et périrent. Ce mauvais succès ne rebuta pas le propriétaire du terrain; on fit des tranchées plus profondes, dont on tira toute la craie, et on les remplit ensuite de bonne terre végétale, dans laquelle on planta de nouveaux arbres : mais ils ne réussirent pas mieux, et tous périrent en cinq ou six années. On visita alors avec attention le terrain où ces arbres avoient été plantés, et l'on reconnut avec quelque surprise que la bonne terre qui avoit été mise dans les tranchées étoit si fort mêlée de craie, qu'elle avoit presque disparu, et que cette très-grande quantité de matières crétacées n'avoit été amenée que par la stillation des eaux [2].

Cependant cette même craie, qui paroît si stérile et même si contraire à la végétation, peut l'aider et en augmenter le produit en la répandant sur les terres argileuses trop dures et trop compactes : c'est ce que l'on appelle *marner les terres*, et cette espece de préparation leur donne de la fécondité pour plusieurs années; mais comme les terres de différentes qualités demandent

1. On a aussi nommé cette moelle de pierre ou de craie *farina mineralis*, parce qu'elle ressemble à la farine par sa blancheur et sa légèreté, et qu'on a meme pretendu, mais fort mal à propos, qu'elle peut devenir un aliment en la mélant avec de la farine de grain.

2. Note communiquée par M. Nadault.

à être marnées de différentes façons, et que la plupart des marnes dont on se sert diffèrent de la craie, nous croyons devoir en faire un article particulier.

DE LA MARNE.

La marne n'est pas une terre simple, mais composée de craie mêlée d'argile ou de limon; et, selon la quantité plus ou moins grande de ces terres argileuses ou limoneuses, la marne est plus ou moins sèche ou plus ou moins grasse. Il faut donc, avant de l'employer à l'amendement d'un terrain, reconnoître la quantité de craie contenue dans la marne qu'on y destine; et cela est aisé par l'épreuve des acides, et même en la faisant délayer dans l'eau. Or toute marne sèche et qui contiendra beaucoup plus de craie que d'argile ou de limon conviendra pour marner les terres dures et compactes, que l'eau ne pénètre que difficilement, et qui se durcissent et se crevassent par la sécheresse; et même la craie pure, mêlée avec ces terres, les rend plus meubles, et par conséquent susceptibles d'une culture plus aisée : elles deviennent aussi plus fécondes par la facilité que l'eau et les jeunes racines des plantes trouvent à les pénétrer et à vaincre la résistance que leur trop grande compacité opposoit à la germination et au développement des graines délicates. La craie pure et même le sable fin, de quelque nature qu'il soit, peuvent donc être employés avec grand avantage pour marner les terres trop compactes ou trop humides; mais il faut au contraire de la marne mêlée de beaucoup d'argile, ou mieux encore de terre limoneuse, pour les terres stériles par sécheresse, et qui sont elles-mêmes composées de craie, de tuf, et de sable. La marne la plus grasse est la meilleure pour ces terrains maigres; et pourvu qu'il y ait dans la marne qu'on veut employer une assez grande quantité de parties calcaires pour que l'argile y soit divisée, cette marne presque entièrement argileuse, et même la terre limoneuse toute pure, seront les meilleurs engrais qu'on puisse répandre sur les terrains sableux. Entre ces deux extrêmes il sera aisé de saisir les degrés intermédiaires, et de donner à chaque terrain la quantité et la qualité de la marne qui pourra convenir pour engrais [1]. On doit seulement observer que dans tous les cas il faut mêler la marne avec une certaine quantité de fumier; et cela est d'autant plus nécessaire que le terrain est plus humide et plus froid. Si l'on répand les marnes sans y mêler du fumier, on perdra beaucoup sur le produit de la première et même de la seconde récolte : car le bon effet de l'amendement marneur ne se manifeste pleinement qu'à la troisième ou quatrième année.

Les marnes qui contiennent une grande quantité de craie sont ordinairement blanches; celles qui sont grises, rougeâtres ou brunes, doivent ces couleurs aux argiles ou à la terre limoneuse dont elles sont mélangées : et ces couleurs plus ou moins foncées sont encore un indice par lequel on peut juger de la qualité de chaque marne en particulier. Lorsqu'elle est tout-à-fait convenable à la nature du terrain sur lequel on la répand, il est alors bonifié pour nombre d'années [2], et le cultivateur fait un double profit : le premier, par l'épargne des fumiers, dont il usera beaucoup moins, et le second, par le produit de ses récoltes, qui sera plus abondant. Si l'on n'a pas à sa portée des marnes de la qualité qu'exigeroient les terrains qu'on veut améliorer, il est presque toujours possible d'y suppléer en répandant de l'argile sur les terres trop légères, et de la chaux sur les terres trop fortes

1. M. Faujas de Saint-Fond parle de certains cantons du Dauphiné qui sont très-fertiles et dont le sol contient environ un quart de matière calcaire mêlée naturellement avec un tiers d'argile noire, tenace, mais rendue friable par environ un quart d'un sable sec et grenu; et, pour le surplus, d'un second sable fin, doux, et brillant... Voyez le *Mémoire sur la Marne*, par M. Faujas de Saint-Fond, et les *Affiches du Dauphiné*, octobre 1780.

2. Suivant Pline, la fécondité communiquée aux terres par certaines marnes dure cinquante et jusqu'à quatre vingts années. Voyez son *Histoire naturelle*, liv. XVII, chap. 7 et 8. Il dit aussi que c'est aux Gaulois et aux Bretons qu'on doit l'usage de cet engrais pour la fertilisation des terres. (*Idem, ibid.*)

M. de Gensanne, en parlant des marnes, fait de bonnes observations sur leur emploi, et il cite un exemple qui prouve que cet engrais est non seulement utile pour augmenter la production des grains, mais aussi pour faire croître plus promptement et plus vigoureusement les arbres, et en particulier les mûriers blancs. (*Histoire naturelle du Languedoc*, tome I.)

ou trop humides; car la chaux éteinte est absolument de la même nature que la craie, puisqu'elles ne sont toutes deux que de la pierre calcaire réduite en poudre. Ce qu'on a dit sur les prétendus sels ou qualités particulières de la marne pour la végétation, sur son eau générative, etc., n'est fondé que sur des préjugés. La cause principale et peut-être unique de l'amélioration des terres est le mélange d'une autre terre différente, et dont les qualités se compensent et font de deux terres stériles une terre féconde. Ce n'est pas que les sels en petite quantité ne puissent aider les progrès de la végétation et en augmenter le produit : mais les effets du mélange convenable des terres sont indépendans de cette cause particulière; et ce seroit beaucoup accorder à l'opinion vulgaire que d'admettre dans la marne des principes plus actifs pour la végétation que dans toute autre terre, puisque par elle-même la marne est d'autant plus stérile qu'elle est plus pure et plus approchante de la nature de la craie.

Comme les marnes ne sont que des terres plus ou moins mélangées et formées assez nouvellement par les dépôts et les sédimens des eaux pluviales, il est rare d'en trouver à quelque profondeur dans le sein de la terre; elles gisent ordinairement sous la couche de la terre végétale, et particulièrement au bas des collines et des rochers de pierres calcaires qui portent sur l'argile ou le schiste. Dans certains endroits la marne se trouve en forme de noyaux ou de pelotes; dans d'autres elle est étendue en petites couches horizontales ou inclinées suivant la pente du terrain; et lorsque les eaux pluviales chargées de cette matière s'infiltrent à travers les couches de la terre, elles la déposent en forme de concrétions et de stalactites, qui sont formées de couches concentriques et irrégulièrement groupées. Ces concrétions provenant de la craie et de la marne ne prennent jamais autant de dureté que celles qui se forment dans les rochers de pierres calcaires dures; elles sont aussi plus impures; elles s'accumulent irrégulièrement au pied des collines, pour y former des masses d'une substance à demi pierreuse, légère, et poreuse, à laquelle on donne le nom de *tuf*, qui souvent se trouve en couches assez épaisses et très-étendues au bas des collines argileuses couronnées de rochers calcaires.

C'est aussi à cette même matière crétacée et marneuse qu'on doit attribuer l'origine de toutes les incrustations produites par les eaux des fontaines, et qui sont si communes dans tous les pays où il y a de hautes collines de craie et de pierres calcaires. L'eau des pluies, en filtrant à travers les couches de ces matières calcaires, se charge des particules les plus ténues qu'elle soutient et porte avec elle quelquefois très-loin; elle en dépose la plus grande partie sur le fond et contre les bords des routes qu'elle parcourt, et enveloppe ainsi toutes les matières qui se trouvent dans son cours : aussi voit-on des substances de toute espèce et de toute figure revêtues et incrustées de cette matière pierreuse, qui non seulement en recouvre la surface, mais se moule aussi dans toutes les cavités de leur intérieur; et c'est à cet effet très-simple qu'on doit rapporter la cause qui produit ce que l'on appelle communément des *pétrifications*, lesquelles ne diffèrent des incrustations que par cette pénétration dans tous les vides et interstices de l'intérieur des matières végétales ou animales, à mesure qu'elles se décomposent ou pourrissent.

Dans les craies blanches et les marnes les plus pures on ne laisse pas de trouver des différences assez marquées, surtout pour les sels qu'elles contiennent. Si on fait bouillir quelque temps dans de l'eau distillée une certaine quantité de craie prise au pied d'une colline ou dans le fond d'un vallon, et qu'après avoir filtré la liqueur on la laisse évaporer jusqu'à siccité, on en retirera du nitre et un mucilage épais d'un rouge brun; en certains lieux même le nitre est si abondant dans cette sorte de craie ou de marne, qui a ordinairement la forme de tuf, que l'on pourroit en tirer du salpêtre en très-grande quantité, et qu'en effet on en tire bien plus abondamment des décombres ou des murs bâtis de ce tuf crétacé que de toute autre matière. Si l'on fait la même épreuve sur la craie pelotonnée qui se trouve dans les fentes des rochers calcaires, et surtout sur ces masses de matière molle et légère de fleur de craie dont nous avons parlé, au lieu de nitre on n'en retirera souvent que du sel marin, sans aucun mélange d'autre sel, et en beaucoup plus grande quantité qu'on ne retire de nitre des tufs et des craies prises dans les vallons et sous la couche de terre végétale. Cette différence assez singulière ne vient que de la différente qualité des eaux; car, indépendamment des matières terreuses et bitumineuses qui se trouvent dans toutes les eaux, la plupart contiennent des sels en assez grande quantité, et de nature différente, selon la différente qualité du terrain où elles ont passé; par exemple, toutes les eaux dont les sources sont dans la couche de terre végétale ou limoneuse contiennent une as-

sez grande quantité de nitre. Il en est de même de l'eau des rivières et de la plupart des fontaines, au lieu que les eaux pluviales les plus pures, et recueillies en plein air avec précaution pour éviter tout mélange, donnent, après l'évaporation, une poudre terreuse très-fine, d'une saveur sensiblement salée, et du même goût que le sel marin. Il en est de même de la neige; elle contient aussi du sel marin, comme de l'eau de pluie, sans mélange d'autres sels, tandis que les eaux qui coulent sur les terres calcaires ou végétales ne contiennent point de sel marin, mais du nitre. Les couches de marnes stratifiées dans les vallons, au pied des montagnes, sous la terre végétale, fournissent du salpêtre, parce que la pierre calcaire et la terre végétale, dont elles tirent leur origine, en contiennent. Au contraire, les pelotes qui se trouvent dans les fentes ou dans les joints des pierres et entre les lits des bancs calcaires ne donnent, au lieu de nitre, que du sel marin, parce qu'elles doivent leur formation à l'eau pluviale tombée immédiatement dans ces fentes, et que cette eau ne contient que du sel marin, sans aucun mélange de nitre; au lieu que, les craies, les marnes, et les tufs amassés au bas des collines et dans les vallons étant perpétuellement baignés par des eaux qui lavent à chaque instant la grande quantité de plantes dont la superficie de la terre est couverte et qui arrivent par conséquent toutes chargées et imprégnées du nitre qu'ils ont dissous à la superficie de la terre, ces couches reçoivent le nitre d'autant plus abondamment que ces mêmes eaux y demeurent sans écoulement et presque stagnantes.

DE LA PIERRE CALCAIRE.

La formation des pierres calcaires est l'un des plus grands ouvrages de la nature; quelque brute que nous en paroisse la matière, il est aisé d'y reconnoître une forme d'organisation actuelle, et des traces d'une organisation antérieure, bien plus complète dans les parties dont cette matière est originairement composée. Ces pierres ont en effet été primitivement formées du détriment des coquilles, des madrépores, des coraux, et de toutes les autres substances qui ont servi d'enveloppe ou de domicile à ces animaux infiniment nombreux, qui sont pourvus des organes nécessaires pour cette production de matière pierreuse : je dis que le nombre de ces animaux est immense, infini, car l'imagination même seroit épouvantée de leur quantité, si nos yeux ne nous en assuroient pas en nous démontrant leurs débris réunis en grandes masses, et formant des collines, des montagnes, et des terrains de plusieurs lieues d'étendue. Quelle prodigieuse pullulation ne doit-on pas supposer dans tous les animaux de ce genre! quel nombre d'espèces ne faut-il pas compter, tant dans les coquillages et crustacés actuellement existans que pour ceux dont les espèces ne subsistent plus, et qui sont encore beaucoup plus nombreux! enfin combien de temps et quel nombre de siècles n'est-on pas forcé d'admettre pour l'existence successive des uns et des autres! Rien ne peut satisfaire notre jugement à cet égard, si nous n'admettons pas une grande antériorité de temps pour la naissance des coquillages avant tous les autres animaux, et une multiplication non interrompue de ces mêmes coquillages pendant plusieurs centaines de siècles : car toutes les pierres et craies disposées et déposées en couches horizontales par les eaux de la mer ne sont en effet formées que de ces coquilles ou de leurs débris réduits en poudre; et il n'existe aucun autre agent, aucune autre puissance particulière dans la nature qui puisse produire la matière calcaire, dont nous devons par conséquent rapporter la première origine à ces êtres organisés.

Mais dans les amas immenses de cette matière, toute composée des débris des animaux à coquilles, nous devons d'abord distinguer les grandes couches, qui sont d'ancienne formation, et en séparer celles qui, ne s'étant formées que des détrimens des premières, sont, à la vérité, d'une même nature, mais d'une date de formation postérieure; et l'on reconnoîtra toujours leurs différences par des indices faciles à saisir. Dans toutes les pierres d'ancienne formation il y a toujours des coquilles ou des impressions de coquilles et de crustacés très-évidentes, au lieu que dans celles de formation moderne il n'y a nul vestige, nulle figure de coquilles. Ces carrières de pierres para-

sites, formées du détriment des premières, gisent ordinairement au pied ou à quelque distance des montagnes et des collines dont les anciens bancs ont été attaqués dans leur contour par l'action de la gelée et de l'humidité : les eaux ont ensuite entraîné et déposé dans les lieux plus bas toutes les poudres et les graviers détachés des bancs supérieurs; et ces débris stratifiés les uns sur les autres par le transport et le sédiment des eaux ont formé ces lits de pierres nouvelles où l'on ne voit aucune impression de coquilles, quoique ces pierres de seconde formation soient, comme la pierre ancienne, entierement composées de substance coquilleuse.

Et dans ces pierres de formation secondaire on peut encore en distinguer de plusieurs dates différentes, et plus ou moins modernes ou récentes : toutes celles, par exemple, qui contiennent des coquilles fluviatiles, comme on en voit dans la pierre qui se tire derrière l'Hôpital général à Paris, ont été formées par des eaux vives et courantes, long-temps après que la mer a laissé notre continent à découvert; et néanmoins la plupart des autres, dans lesquelles on ne trouve aucune de ces coquilles fluviatiles, sont encore plus récentes. Voilà donc trois dates de formation bien distinctes : la première et plus ancienne est celle de la formation des pierres dans lesquelles on voit des coquilles ou des impressions de coquilles marines, et ces anciennes pierres ne présentent jamais des impressions de coquilles terrestres ou fluviatiles : la seconde formation est celle de ces pierres mêlées de petites *vis* et limaçons fluviatiles ou terrestres; et la troisième sera celle des pierres qui, ne contenant aucunes coquilles marines ou terrestres, n'ont été formées que des détrimens et des débris réduits en poussière des unes ou des autres.

Les lits de ces pierres de seconde formation ne sont pas aussi étendus ni aussi épais que ceux des anciennes et premieres couches dont ils tirent leur origine; et ordinairement les pierres elles-mêmes sont moins dures, quoique d'un grain plus fin : souvent aussi elles sont moins pures, et se trouvent mélangées de différentes substances que l'eau a rencontrées et charriées avec la matière de pierre [1]. Ces lits de pierres nouvelles ne sont, dans la réalité, que des dépôts semblables à ceux des incrustations, et chacune de ces carrieres parasites doit être regardée comme une agrégation d'un grand nombre d'incrustations ou concrétions pierreuses, superposées et stratifiées les unes sur les autres. Elles prennent avec le temps plus ou moins de consistance et de dureté, suivant leur degré de pureté, ou selon les mélanges qui sont entrés dans leur composition. Il y a de ces concrétions, telles que les albâtres, qui reçoivent le poli; d'autres qu'on peut comparer à la craie par leur blancheur et leur légèreté; d'autres qui ressemblent plus au tuf. Ces lits de pierre de seconde et de troisieme formation sont ordinairement séparés les uns des autres par des joints ou délits horizontaux assez larges, et qui sont remplis d'une matiere pierreuse, moins pure et moins liée, que l'on nomme *bousin*, tandis que, dans les pierres de premiere formation, les délits horizontaux sont remplis de spath. On peut encore remarquer que, dans les pierres de première formation, il y a plus de solidité, plus d'adhérence entre les grains, dans le sens horizontal que dans le sens vertical; en sorte qu'il est plus aisé de les fendre ou casser verticalement qu'horizontalement, au lieu que, dans les pierres de seconde et troisième formation, il est à peu près également aisé de les travailler dans tous les sens. Enfin, dans les pierres d'ancienne formation, les bancs ont d'autant plus

1. Dans une carrière de cette espèce, dont la pierre est blanche et d'un grain assez fin, située à Condat, près d'Agen, on trouve non seulement des pyrites, mais du charbon de bois brûlé, qui a conservé sa nature de charbon. Voici ce que m'en a écrit M. de La Ville de Lacépède, par sa lettre du 7 novembre 1776 : « La carrière de Condat, autant qu'on en peut juger, occupe un arpent de terre, et paroît s'étendre à une assez grande profondeur, quoiqu'elle n'ait été encore exploitée qu'à celle de deux ou trois toises : les couches supérieures sont fort minces et divisées par un grand nombre de fentes perpendiculaires; elles sont moins dures que celles qui sont situées plus bas. Cette pierre ne contient aucune impression de coquilles, mais elle renferme plusieurs matières hétérogènes, comme du silex entre les couches, et même dans les fentes perpendiculaires, des pyrites qui sont comme incorporées avec la substance de la pierre, et enfin des morceaux de charbon. Vous pourrez, monsieur, voir par vous-même la manière dont ces matières étrangères y sont renfermées, en jetant les yeux sur les morceaux de pierre que je vais avoir l'honneur de vous envoyer au Jardin du Roi, et que vous m'aviez demandés.... J'ai trouvé aussi des pyrites enchâssées dans des pierres d'une carrière voisine de celle de Condat, ayant la même composition intérieure, et ne contenant point de coquilles; ces deux carrières occupent les deux côtés d'un très-petit vallon qui les sépare, et sont à peu près à la même hauteur.... et toutes deux sont situées au bas de plusieurs montagnes dont les sommets sont composés de pierres calcinables d'ancienne formation, et d'un grain bien moins fin que celui des pierres de Condat, qui seules ont cette blancheur éclatante et cette facilité à recevoir un beau poli qui les font employer à la place du marbre. »

d'épaisseur et de solidité qu'ils sont situés plus bas, au lieu que les lits de formation moderne ne suivent aucun ordre, ni pour leur dureté ni pour leur épaisseur. Ces différences, très-apparentes, suffisent pour qu'on puisse reconnoître et distinguer au premier coup d'œil une carrière d'ancienne ou de nouvelle pierre.

Mais, outre ces couches de première, de seconde, et de troisième formation, dans lesquelles la pierre calcaire est en masses uniformes ou par bancs composés de grains plus ou moins fins, on trouve en quelques endroits des amas entassés et très-étendus de pierres arrondies et liées ensemble par un ciment pierreux, ou séparées par des cavités remplies d'une terre presque aussi dure que les pierres avec lesquelles elle fait masse continue, et si solide qu'on ne peut en détacher des blocs qu'au moyen de la poudre. Ces couches de pierres arrondies sont peut-être d'une date aussi nouvelle que celles des carrieres parasites de dernière formation. La finesse du grain de ces pierres arrondies, leur résistance à l'action du feu, plus grande que celle des autres pierres à chaux, le peu de profondeur où se trouve la base de leurs amas, la force même de ces pierres, qui semble démontrer qu'elles ont été roulées, tout se réunit pour faire croire que ce sont des blocs en débris de pierres plus ou moins anciennes, lesquels ont été arrondis par le frottement, et ensuite liés ensemble par une terre mêlée d'une assez grande quantité de substance spathique pour se durcir et faire corps avec ces pierres.

Nous devons encore citer ici d'autres pierres en blocs, qui d'abord étoient liées ensemble par des terres durcies, et qui se sont ensuite séparées lorsque ce ciment terreux a été dissous ou délayé par les élémens humides : on trouve dans le lit de plusieurs rivières un très-grand nombre de ces pierres calcaires arrondies en petit ou gros volume, et à des distances considérables des montagnes dont elles sont descendues [1].

Et c'est à cette même interposition de matière terreuse entre ces blocs en débris qu'on doit attribuer l'origine des pierres trouées qu'on rencontre si communément dans les petites gorges et vallons où les eaux ont autrefois coulé en ruisseaux, qui depuis ont tari ou ne coulent plus que pendant une partie de l'année; ces eaux ont peu à peu délayé la terre contenue dans les intervalles de la masse de ces pierres, qui se présentent actuellement avec tous leurs vides, souvent trop grands pour qu'elles puissent être employées dans la maçonnerie. Ces pierres à grands trous ne peuvent aussi être taillées régulierement; elles se brisent sous le marteau, et tiennent ordinairement plus ou moins de la mauvaise qualité de la *roche morte*, qui se divise par écailles ou en morceaux irréguliers : mais lorsque ces pierres ne sont percées que de petits trous de quelques lignes de diamètre, on les préfère pour bâtir, parce qu'elles sont plus légeres, et qu'elles reçoivent et saisissent mieux le mortier que les pierres pleines.

Il y a dans le genre calcaire, comme dans le vitreux, des pierres vives et d'autres qu'on peut appeler *mortes*, parce qu'elles ont perdu les principes de leur solidité et qu'elles sont en partie décomposées : ces roches mortes se trouvent le plus souvent au pied des collines, environnent leur base à quelques toises de hauteur et d'épaisseur, au delà desquelles on trouve la roche vive sur le même niveau : ce qui suffit pour démontrer que cette roche aujourd'hui morte étoit jadis aussi vive que l'autre; mais qu'étant exposée aux impressions de l'air, de la gelée, et des pluies, elle a subi les différentes altérations qui résultent de leur action longtemps continuée, et qui tendent toutes à la désunion de leurs parties constituantes, soit en interrompant leur continuité, soit en décomposant leur substance.

On voit déjà que, quoiqu'en général toutes les pierres calcaires aient une premiere origine commune, et que toutes soient essentiellement de la même nature, il y a de grandes différences entre elles pour les temps de leur formation, et une diversité encore plus grande dans leurs qualités particulieres. Nous avons parlé des différens degrés de leur dureté, qui s'étendent de la craie jusqu'au marbre : la craie, dans ses couches supérieures, est souvent plus tendre que l'argile sèche; et le marbre le plus dur ne l'est jamais autant, à beaucoup près, que le quartz ou le jaspe : entre ces deux extrêmes, on trouve toutes les nuances du plus ou moins de dureté dans les pierres calcaires, soit de premiere, soit de seconde ou de troisième formation; car, dans ces dernières carrières, on rencontre quelquefois des lits de pierre aussi dure que dans les couches anciennes, comme la pierre de *liais*, qui se tire dans les environs de Paris, et dont la dureté vient

1. Dans le Rhône et dans les rivières et ruisseaux qui descendent du mont Jura, dont tous les contours sont de pierres calcaires jusqu'à une grande hauteur, on trouve une très-grande quantité de ces pierres calcaires arrondies, à plusieurs lieues de distance de ces montagnes.

de ce qu'elle est surmontée de plusieurs bancs d'autres pierres, dont elle a reçu les sucs pétrifians.

Le plus ou moins de dureté des pierres dépend de plusieurs circonstances, dont la première est celle de leur situation au dessous d'une plus ou moins grande épaisseur d'autres pierres ; et la seconde la finesse des grains et la pureté des matières dont elles sont formées : leur force d'affinité s'étant exercée avec d'autant plus de puissance que la matière étoit plus pure et que les grains se sont trouvés plus fins, c'est à cette cause qu'il faut attribuer la première solidité de ces pierres, et cette solidité se sera ensuite fort augmentée par les sucs pierreux continuellement infiltrés des bancs supérieurs dans les inférieurs. Ainsi c'est à ces causes, toutes deux évidentes, qu'on doit rapporter les différences de la dureté de toutes les pierres calcaires pures ; car nous ne parlons pas encore ici de certains mélanges hétérogènes qui peuvent augmenter leur dureté : le fer, les minéraux métalliques, et l'argile même, produisent cet effet lorsqu'ils se trouvent mêlés avec la matière calcaire en proportion convenable.

Une autre différence qui, sans être essentielle à la nature de la pierre, devient très-importante pour l'emploi qu'on en fait, c'est de résister ou non à l'action de la gelée : il y a des pierres qui, quoique en apparence d'une consistance moins solide que d'autres, résistent néanmoins aux impressions du plus grand froid, et d'autres qui, malgré leur dureté et leur solidité apparente, se fendent et tombent en écailles plus ou moins promptement lorsqu'elles sont exposées aux injures de l'air. Ces pierres *gelisses* doivent être soigneusement rejetées de toutes les constructions exposées à l'air et à la gelée ; néanmoins elles peuvent être employées dans celles qui en sont à l'abri. Ces pierres commencent par se fendre, s'éclater en écailles, et finissent par se réduire avec le temps en graviers et en sables [1].

On reconnoîtra donc les pierres gelisses aux caractères ou plutôt aux défauts que je vais indiquer : elles sont ordinairement moins pesantes [2] et plus poreuses que les autres ; elles s'imbibent d'eau beaucoup plus aisément : on n'y voit pas ces points brillans qui, dans les bonnes pierres, sont les témoins du spath ou suc lapidifique dont elles sont pénétrées ; car la résistance qu'elles opposent à l'action de la gelée ne dépend pas seulement de leur tissu plus serré, puisqu'il se trouve aussi des pierres légères et très-poreuses qui ne sont pas gelisses, et dont la cohérence des grains est si forte que l'expansion de l'eau gelée dans leurs interstices n'a pas assez de force pour les désunir, tandis que, dans d'autres pierres plus pesantes et moins poreuses, cet effet de la gelée est assez violent pour les diviser, et même pour les réduire en écailles et en sables.

Pour expliquer ce fait, auquel peu de gens ont fait attention, il faut se rappeler que toutes les pierres calcaires sont composées ou des détrimens des coquilles, ou des sables et graviers provenant des débris des pierres précédemment formées de ces mêmes détrimens liés ensemble par un ciment qui n'est lui-même qu'un extrait de ce qu'il y a de plus homogène et de plus pur dans la matière calcaire : lorsque ce suc lapidifique en a rempli tous les interstices, la pierre est alors aussi dense, aussi solide, et aussi pleine qu'elle peut l'être ; mais quand ce suc lapidifique, en moindre quantité, n'a fait que réunir les grains sans remplir leurs intervalles, et que les grains eux-mêmes n'ont pas été pénétrés de cet élément pétrifiant, qu'enfin ils n'ont pas encore été pierre compacte, mais une simple craie ou poussière de coquilles, dont la cohésion est foible, l'eau se glaçant dans tous les petits vides de ces pierres, qui s'en imbibent aisément, rompt tout aussi aisément les liens de leur cohésion, et les réduit en assez peu de temps

1. M. Dumorey, habile ingénieur et constructeur très-expérimenté, m'a donné quelques remarques sur ce sujet. « J'ai, m'a-t-il dit, constamment observé que les pierres gelisses se fendent parallèlement à leur lit de carrière, et très-rarement dans le sens vertical : celle dont le grain est lisse et luisant est plus sujette à geler que la pierre dont le grain paroît rond, ou plutôt *grenu*.

« On peut tenir pour certain que plus le grain de la pierre est aplati et luisant dans ses fractures, et plus cette pierre est gelisse : toutes les carrières de Bourgogne que j'ai observées portent ce caractère ; il est surtout très-sensible dans celles où il se trouve entre plusieurs bancs gelisses un seul qui soit exempt de ce défaut, comme on peut l'observer à la carrière de Saint-Siméon, à la porte d'Auxerre, et dans les carrières de Givry près Châlons-sur-Saône, où la pierre qui reçoit le poli gèle, et celle dont le grain est rond et ne peut se polir ne gèle point. Je présume que cette différence vient de ce que l'expansion de l'eau gelée se fait plus aisément entre les interstices des grains de la pierre, qu'elle ne peut se faire entre les lames de celle qui est formée par des couches horizontales très-minces ; ce qui les rend luisantes et naturellement polies dans leurs fractures. »

2. Le poids des pierres calcaires les plus denses n'excède guère deux cen's livres le pied cube, et celui des moins denses cent soixante-quinze livres ; toutes les pierres gelisses approchent plus de cette dernière limite que de la première.

en écailles et en sables; tandis qu'elle ne fait aucun effet avec les mêmes efforts contre la ferme cohérence des pierres tout aussi poreuses, mais dont les grains précédemment pétrifiés ne peuvent ni s'imbiber ni se gonfler par l'humidité, et qui, se trouvant liés ensemble par le suc pierreux, résistent, sans se désunir, à la force expansive de l'eau qui se glace dans leurs interstices.

En observant la composition des pierres dans les couches d'ancienne formation, nous reconnoîtrons, à n'en pouvoir douter, que ces couches, pour la plupart, sont composées de graviers, c'est-à-dire de débris d'autres pierres encore plus anciennes, et qu'il n'y a guère que les couches de craie qu'on puisse regarder comme produites immédiatement par les détrimens des coquilles. Cette observation semble reculer encore de beaucoup la date de la naissance des animaux à coquilles, puisque, avant la formation de nos rochers calcaires, il existoit déjà d'autres rochers de même nature, dont les débris ont servi à leur construction; ces débris ont quelquefois été transportés sans mélange par le mouvement des eaux, d'autres fois ils se sont trouvés mêlés de coquilles, ou bien les graviers et les coquilles auront été déposés par lits alternatifs : car les coquilles sont rarement dispersées dans toute la hauteur des bancs calcaires; souvent, sur une douzaine de ces bancs, tous posés les uns sur les autres, il ne s'en trouvera qu'un ou deux qui contiennent des coquilles, quoique l'argile, qui d'ordinaire leur sert de base, soit mêlée d'un très-grand nombre de coquilles dispersées dans toute l'étendue de ces couches, ce qui prouve que dans l'argile, où l'eau, n'ayant pas pénétré, n'a pu les décomposer, elles se sont mieux conservées que dans les couches de matière calcaire, où elles ont été dissoutes et ont formé ce suc pétrifiant qui a rempli les pores des bancs inférieurs, et a lié les grains de la pierre qui les compose.

Car c'est à la dissolution des coquilles et des poussières de craie et de pierre qu'on doit attribuer l'origine de ce suc pétrifiant; et il n'est pas nécessaire d'admettre dans ce liquide des qualités semblables à celles des sels, comme l'ont imaginé quelques physiciens pour expliquer la dureté que ce suc donne aux corps qu'il pénètre : on pèche toujours en physique lorsqu'on multiplie les causes sans nécessité; car il suffit ici de considérer que ce liquide ou suc pétrifiant n'est que de l'eau chargée des molécules les plus fines de la matière pierreuse, et que ces molécules, toutes homogènes et réduites à la plus grande ténuité, venant à se réunir par leur force d'affinité, forment elles-mêmes une matière homogène, transparente, et assez dure, connue sous le nom de *spar* ou *spath calcaire*, et que, par la même raison de leur extrême ténuité, ces molécules peuvent pénétrer tous les pores des matières calcaires qui se trouvent au dessous des premiers lits dont elles découlent; qu'enfin et par conséquent elles doivent augmenter la densité et la dureté de ces pierres en raison de la quantité de ce suc qu'elles auront reçu dans leurs pores. Supposant donc que le banc supérieur, imbibé par les eaux, fournisse une certaine quantité de ces molécules pierreuses, elles descendront par stillation et se fixeront en partie dans toutes les cavités et les pores des bancs inférieurs où l'eau pourra les conduire et les déposer; et cette même eau, en traversant successivement les bancs, et détachant partout un grand nombre de ces molécules, diminue la densité des bancs supérieurs, et augmente celle des bancs inférieurs.

Le dépôt de ce liquide pétrifiant se fait par une cristallisation plus ou moins parfaite, et se manifeste par des points plus ou moins brillans, qui sont d'autant plus nombreux que la pierre est plus pétrifiée, c'est-à-dire plus intimement et plus pleinement pénétrée de cette matière spathique; et c'est par la raison contraire qu'on ne voit guère de ces points brillans dans les premiers lits des carrières qui sont à découvert, et qu'il n'y en a qu'un petit nombre dans ces premiers lits lorsqu'ils sont recouverts de sables ou de terres, tandis que, dans les lits inférieurs, la quantité de cette substance spathique et brillante surpasse quelquefois la première matière pierreuse. Dans cet état, la pierre est vive et résiste aux injures des élémens et du temps; la gelée ne peut en altérer la solidité, au lieu que la pierre est morte dès qu'elle est privée de ce suc, qui seul entretient sa force de résistance à l'action des causes extérieures : aussi tombe-t-elle avec le temps en sables et en poussières qui ont besoin de nouveaux sucs pour se pétrifier.

On a prétendu que la cristallisation en rhombes étoit le caractère spécifique du spath calcaire, sans faire attention que certaines matières vitreuses ou métalliques et sans mélange de substance calcaire sont cristallisées de même en rhombes, et que d'ailleurs, quoique le spath calcaire semble affecter de préférence la figure rhomboïdale, il prend aussi des formes très-différentes; et nos *cristallographes*, en voulant emprunter des géomè-

tres la manière dont un rhombe peut devenir un octaèdre, une pyramide et même une lentille (parce qu'il se trouve du spath lenticulaire), n'ont fait que substituer des combinaisons idéales aux faits réels de la nature. Il en est de cette cristallisation en rhombes comme de toutes les autres : aucune ne fera jamais un caractère spécifique, parce que toutes varient pour ainsi dire à l'infini, et que non seulement il n'y a guère de formes de cristallisation qui ne soient communes à plusieurs substances de nature différente, mais que réciproquement il y a peu de substances de même nature qui n'offrent différentes formes de cristallisation; témoin la prodigieuse variété de formes des spaths calcaires eux-mêmes : en sorte qu'il seroit plus que précaire d'établir des différences ou des ressemblances réelles et essentielles par ce caractère variable et presque accidentel.

Ayant examiné les bancs de plusieurs collines de pierre calcaire, j'ai reconnu presque partout que le dernier banc, qui sert de base aux autres et qui porte sur la glaise, contient une infinité de particules spathiques brillantes, et beaucoup de cristallisations de spath en assez grands morceaux; en sorte que le volume de ces dépôts du suc lapidifique est plus considérable que le volume de la première matière pierreuse déposée par les eaux de la mer. Si l'on sépare les parties spathiques, on voit que l'ancienne matière pierreuse n'est que du gravier calcaire, c'est-à-dire des détrimens de pierre encore plus ancienne que celle de ce banc inférieur, qui néanmoins a été formé le premier dans ce lieu par les sédimens des eaux. Il y a donc eu d'autres rochers calcaires qui ont existé dans le sein de la mer avant la formation des rochers de nos collines, puisque les bancs situés au dessous de tous les autres bancs ne sont pas simplement composés de coquilles, mais plutôt de gravier et d'autres débris de pierres déja formées; il est même assez rare de trouver dans ce dernier temps quelques vestiges de coquilles, et il paroît que ce premier dépôt des sédimens ou du transport des eaux n'est qu'un banc de sable et de gravier calcaire sans mélange de coquilles, sur lequel les coquillages vivans se sont ensuite établis et ont laissé leurs dépouilles, qui bientôt auront été mêlées et recouvertes par d'autres débris pierreux amenés et déposés comme ceux du premier banc : car les coquilles, comme je viens de le dire, ne se trouvent pas dans tous les bancs, mais seulement dans quelques-uns; et ces bancs coquilleux sont pour ainsi dire interposés entre les autres bancs, dont la pierre est uniquement composée de graviers et de détrimens pierreux.

Par ces considérations tirées de l'inspection même des objets, ne doit-on pas présumer, comme je l'ai ci-devant insinué, qu'il a fallu plus de temps à la nature que je n'en ai compté pour la formation de nos collines calcaires, puisqu'elles ne sont que les décombres immenses de ses premières constructions dans ce genre? Seulement on pourroit se persuader que les matériaux de ces anciens rochers, qui ont précédé les nôtres, n'avoient pas acquis dans l'eau de la mer la même dureté que celle de nos pierres, et que, par leur peu de consistance, ils auront été réduits en sable et transportés aisément par le mouvement des eaux; mais cela ne diminue que de très-peu l'énormité du temps, puisqu'il a fallu que ces coquillages se soient habitués et qu'ils aient vécu, et se soient multipliés sans nombre, avant d'avoir péri sur les lits où leurs dépouilles gisent aujourd'hui en bancs d'une si grande étendue et en masses aussi prodigieuses. Ceci même peut encore se prouver par les faits; car on trouve des bancs entiers, quelquefois épais de plusieurs pieds, composés en totalité d'une seule espèce de coquillages, dont les dépouilles sont toutes couchées sur la même face et au même niveau. Cette régularité dans leur position, et la présence d'une seule espèce à l'exclusion de toutes les autres, semblent démontrer que ces coquilles n'ont pas été amenées de loin par les eaux, mais que les bancs où elles se trouvent se sont formés sur le lieu même, puisqu'en supposant les coquilles transportées, elles se trouveroient mêlées d'autres coquilles, et placées irrégulièrement en tous sens avec les débris pierreux amenés en même temps, comme on le voit dans plusieurs autres couches de pierre. La plupart de nos collines ne sont donc pas formées par des dépôts successifs amenés par un mouvement uniforme et constant : il faut nécessairement admettre des repos dans ce grand travail, des intervalles considérables de temps entre les dates de la formation de chaque blanc, pendant lesquels intervalles certaines espèces de coquillages auront habité, vécu, multiplié sur ce banc, et formé le lit coquilleux qui le surmonte; il faut accorder encore du temps pour que d'autres sédimens de graviers et de matières pierreuses aient été transportés et amenés par les eaux pour recouvrir ce dépôt de coquilles.

En ne considérant la nature qu'en géné-

ral, nous avons dit que soixante-seize mille ans d'ancienneté suffisoient pour placer la suite de ses plus grands travaux sur le globe terrestre, et nous avons donné la raison pour laquelle nous nous sommes restreints à cette limite de durée, en avertissant qu'on pourroit la doubler, et même la quadrupler si l'on vouloit se trouver parfaitement à l'aise pour l'explication de tous les phénomenes. En effet, lorsqu'on examine en détail la composition de ces mêmes ouvrages, chaque point de cette analyse augmente la durée et recule les limites de ce temps, trop immense pour l'imagination, et néanmoins trop court pour notre jugement.

Au reste, la pétrification a pu se faire au fond de la mer tout aussi facilement qu'elle s'opère à la surface de la terre; les marbres qu'on a tirés sous l'eau vers les côtes de Provence, les albâtres de Malte, les pierres des Maldives, les rochers calcaires durs qui se trouvent sur la plupart des hauts-fonds dans toutes les mers, sont des témoins irrécusables de cette pétrification sous les eaux : le doute de quelques physiciens à cet égard étoit fondé sur ce que le suc pétrifiant se forme sous nos yeux par la stillation des eaux pluviales dans nos collines calcaires, dont les pierres ont acquis, par un long desséchement, leur solidité et leur dureté; au lieu que, dans la mer, ils présumoient qu'étant toujours pénétrées d'humidité ces mêmes pierres ne pouvoient acquérir le dernier degré de leur consistance. Mais, comme je viens de le dire, cette présomption est démentie par les faits : il y a des rochers au fond des eaux tout aussi durs que ceux de nos terres les plus sèches; les amas de graviers ou de coquilles, d'abord pénétrés d'humidité, et sans cesse baignés par les eaux, n'ont pas laissé de se durcir avec le temps par le seul rapprochement et la réunion de leurs parties solides; plus elles se seront rapprochées, plus elles auront exclu les parties humides; le suc pétrifiant, distillant continuellement de haut en bas, aura, comme dans nos rochers terrestres, achevé de remplir les interstices et les pores des bancs inférieurs de ces rochers sous-marins. On ne doit donc pas être étonné de trouver au fond des mers, à de très-grandes distances de toute terre, de trouver dis-je, avec la sonde, des graviers calcaires aussi durs, aussi pétrifiés que nos graviers de la surface de la terre. En général, on peut assurer qu'il s'est fait, se fait, et se fera partout une conversion successive de coquilles en pierres, de pierres en graviers, et de graviers en pierres, selon que ces matières se trouvent remplies ou dénuées de cet extrait tiré de leur propre substance, qui seul peut achever l'ouvrage commencé par la force des affinités, et compléter celui de la pleine pétrification.

Et cet extrait sera lui-même d'autant plus pur et plus propre à former une masse plus solide et plus dure, qu'il aura passé par un plus grand nombre de filieres : plus il aura subi de filtrations depuis le banc supérieur, plus ce liquide pétrifiant sera chargé de molécules denses, parce que la matiere des bancs inférieurs étant déjà plus dense, il ne peut en détacher que des parties de même densité. Nous verrons dans la suite que c'est à de doubles et triples filtrations qu'on doit attribuer l'origine de plusieurs stalactites du genre vitreux; et quoique cela ne soit pas aussi apparent dans le genre calcaire, on voit néanmoins qu'il y a des spaths plus ou moins purs, et même plus ou moins durs, qui nous représentent les différentes qualités du suc pétrifiant, dont ils ne sont que le résidu, ou, pour mieux dire, la substance même cristallisée et séparée de son eau superflue.

Dans les collines dont les flancs sont ouverts par des carrieres coupées à pic, l'on peut suivre les progres et reconnoître les formes différentes de ce suc pétrifiant et pétrifié : on verra qu'il produit communément ces concrétions de même nature que la matière à travers laquelle il a filtré; si la colline est de craie et de pierre tendre sous la couche de terre végétale, l'eau, en passant dans cette première couche, et s'infiltrant ensuite dans la craie, en détachera et entraînera toutes les molécules dont elle pourra se charger, et elle les déposera aux environs de ces carrières en forme de concrétions branchues et quelquefois fistuleuses, dont la substance est composée de poudre calcaire mêlée avec de la terre végétale, et dont les masses réunies forment un tuf plus léger et moins dur que la pierre ordinaire. Ces tufs ne sont en effet que des amas de concrétions, où l'on ne voit ni fentes perpendiculaires ni délits horizontaux, où l'on ne trouve jamais de coquilles marines, mais souvent de petits coquillages terrestres et des impressions de plantes, particulièrement de celles qui croissent sur le terrain de la colline même; mais lorsque l'eau s'infiltre dans les bancs d'une pierre plus dure, il lui faut plus de temps pour en détacher des particules, parce qu'elles sont plus adhérentes et plus denses que

dans la pierre tendre; et dès lors les concrétions formées par la réunion de ces particules denses deviennent des congélations à peu près aussi solides que les pierres dont elles tirent leur origine; la plupart seront même à demi transparentes, parce qu'elles ne contiennent que peu de matières hétérogènes en comparaison des tufs et des concrétions impures dont nous venons de parler. Enfin, si l'eau filtre à travers les marbres et autres pierres les plus compactes et les plus pétrifiées, les congélations ou stalactites seront alors si pures, qu'elles auront la transparence du cristal. Dans tous les cas, l'eau dépose ce suc pierreux partout où elle peut s'arrêter et demeurer en repos, soit dans les fentes perpendiculaires, soit entre les couches horizontales des rochers; et, par ce long séjour entre ces couches, le liquide pétrifiant pénètre les bancs inférieurs et en augmente la densité.

On voit, par ce qui vient d'être exposé, que les pierres calcaires ne peuvent acquérir un certain degré de dureté qu'autant qu'elles sont pénétrées d'un suc déjà pierreux; qu'ordinairement les premières couches des montagnes calcaires sont de pierre tendre, parce qu'étant les plus élevées elles n'ont pu recevoir ce suc pétrifiant, et qu'au contraire elles l'ont fourni aux couches inférieures. Et lorsqu'on trouve de la pierre dure aux sommets des collines, on peut s'assurer, en considérant le local, que ces sommets de collines ont été, dans le commencement, surmontés d'autres bancs de pierre, lesquels ensuite ont été détruits. Cet effet est évident dans les collines isolées, elles sont toujours moins élevées que les montagnes voisines; et, en prenant le niveau du banc supérieur de la colline isolée, on trouvera à la même hauteur, dans les collines voisines, le banc correspondant et d'égale dureté surmonté de plusieurs autres bancs dont il a reçu les sucs pétrifians, et par conséquent le degré de dureté qu'il a conservé jusqu'à ce jour. Nous avons expliqué comment les courans de la mer ont dû rabaisser les sommets de toutes les collines isolées; et il n'y a eu nul changement, nulle altération, dans les couches de ces pierres depuis la retraite des mers, sinon dans celles où le banc supérieur s'est trouvé exposé aux injures de l'air, ou recouvert d'une trop petite épaisseur de terre végétale. Ce premier lit s'est en effet délité horizontalement et fendu verticalement; et c'est là d'où l'on tire ces pierres calcaires dures et minces que l'on nomme *laves* en plusieurs provinces, et dont on se sert, au lieu de tuiles, pour couvrir les maisons rustiques [1]: mais, immédiatement au dessous de ce lit de pierres minces, on retrouve les bancs solides et épais qui n'ont subi aucune altération, et qui sont encore tels qu'ils ont été formés par le transport et le dépôt des eaux de la mer.

En remontant de nos collines isolées aux carrières des hautes montagnes calcaires, dont les bancs supérieurs n'ont point été détruits, on observera partout que ces bancs supérieurs sont les plus minces, et que les inférieurs deviennent d'autant plus épais qu'ils sont situés plus bas. La cause de cette différence me paroît encore simple. Il faut considérer chaque banc de pierre comme composé de plusieurs petits lits stratifiés les uns sur les autres: or, à mesure que l'eau pénètre et descend à travers les masses de gravier ou de craie, elle se charge de plus en plus des molécules qu'elle en détache; et, dès qu'elle est arrêtée par un lit de pierre plus compacte, elle dépose sur ce lit une partie des molécules dont elle étoit chargée, et entraîne le reste dans les pores et jusqu'à la surface inférieure de ce lit, et même sur la surface supérieure du lit au dessous. L'épaisseur des deux lits augmente donc en même temps, et leurs surfaces se rapprochent, pour ainsi dire, par l'addition de cette nouvelle matière; enfin ces petits lits se joignent et ne forment plus qu'un seul et même lit qui se réunit de même à un troisième lit, en sorte que plus il y a de matière lapidifique amenée par la stillation des eaux, plus il se fait de réunion des petits lits, dont la somme fait l'épaisseur totale de chaque banc, et par conséquent cette épaisseur doit être plus grande dans les bancs inférieurs que dans les supérieurs, puisque c'est aux dépens de ceux-ci que leurs joints se remplissent et que leurs surfaces se réunissent.

Pour reconnoître évidemment ce produit du travail de l'eau, il ne faut que fendre une pierre dans le sens de son lit de carrière: en la divisant horizontalement, on verra que les deux surfaces intérieures qu'on vient de séparer sont réciproquement hérissées d'un très-grand nombre de petits mamelons qui se correspondent alternative-

1. Il ne faut pas confondre ces pierres calcaires en *laves* avec les *laves* de grès feuilleté dont nous avons parlé ci-devant; et bien moins encore avec les véritables *laves volcaniques*, qui sont d'une toute autre nature.

ment, et qui ont été formés par le dépôt des stillations de l'eau; la pierre délitée dans ce sens présente une cassure spathique qui est partout convexe et concave, et comme ondée de petites éminences, au lieu que la cassure dans le sens vertical n'offre aucun de ces petits mamelons, mais le grain seul de la pierre.

Comme ce travail de l'eau chargée du suc pétrifiant a commencé de se faire sur les pierres calcaires dès les premiers temps de leur formation, et qu'il s'est fait sous les eaux par l'infiltration de l'eau de la mer, et sur la terre par la stillation des eaux pluviales, on ne doit pas être étonné de la grande quantité de matière spathique qui en est le produit : non seulement cette matière a formé le ciment de tous les marbres et des autres pierres dures, mais elle a pénétré et pétrifié chaque particule de la craie et des autres détrimens immédiats des coquilles, pour les convertir en pierre; elle a même formé de nouvelles pierres en grandes masses, telles que les albâtres, comme nous le prouverons dans l'article suivant. Souvent cette matière spathique s'est accumulée dans les fentes et les cavités des rochers, où elle se présente en petits volumes cristallisés, et quelquefois en blocs irréguliers, qui, par la finesse de leurs grains et le grand nombre de points brillans qu'ils offrent à la cassure, démontrent leur origine et leur composition toujours plus ou moins pure à mesure que cette matière spathique y est plus ou moins abondante.

Ce spath, cet extrait le plus pur des substances calcaires, est donc le ciment de toutes les pierres de ce genre, comme le suc cristallin, qui n'est qu'un extrait des matières vitreuses, est aussi le ciment de toutes les pierres vitreuses de seconde et de troisième formation; mais, indépendamment de ces deux cimens, chacun analogue aux substances qu'ils pénètrent, et dont ils réunissent et consolident les parties intégrantes, il y a une autre sorte de *gluten* ou ciment commun aux matières calcaires et aux substances formées des débris de matières vitreuses, dont l'effet est encore plus prompt que celui du suc pétrifiant, calcaire, ou vitreux. Ce *gluten* est le bitume, qui, dès le premier temps de la mort et de la décomposition des êtres organisés, s'est formé dans le sein de la terre, et a imprégné les eaux de la mer, où il se trouve quelquefois en grande quantité. Il y a de certaines plages voisines des côtes de la Sicile, près de Messine, et de celles de Cadix en Espagne [1], où l'on a observé qu'en moins d'un siècle les graviers, les petits cailloux, et les sables, de quelque nature qu'ils soient, se réunissent en grandes masses dures et solides, et dont la pétrification sous l'eau ne fait que s'augmenter et se consolider de plus en plus avec le temps. Nous en parlerons plus en détail lorsqu'il sera question des pierres mélangées de détrimens calcaires et de débris vitreux; mais il est bon de reconnoître d'avance l'existence de ces trois *glutens* ou cimens différens, dont le premier et le second, c'est-à-dire le suc cristallin et le suc spathique, réunis au bitume, ont augmenté la dureté des pierres de ces deux genres lorsqu'elles se sont formées sous l'eau. Ce dernier ciment paroît être celui de la plupart des pierres schisteuses, dans lesquelles il est souvent assez abondant pour les rendre inflammables; et quoique la présence de ce ciment ne soit pas évidente dans les pierres calcaires, l'odeur qu'elles exhalent lorsqu'on les taille indique qu'il est entré de la matière inflammable dans leur composition.

Mais revenons à notre objet principal; et, après avoir considéré la formation et la composition des pierres calcaires, suivons en détail l'examen des variétés de la nature dans leur décomposition. Après avoir vu les coupes perpendiculaires des rochers dans les carrières, il faut aussi jeter un coup d'œil sur les pierres errantes qui s'en sont détachées, et dont il y a trois espèces assez remarquables. Les pierres de la première sorte sont des blocs informes qui se trouvent communément sur la pente des collines et jusque dans les vallons; le grain de ces pierres est fin et semé de points brillans, sans aucun mélange ni vestige de co-

1. Cadix est situé dans une presqu'île, sur des rochers, où vient se briser la mer. Ces rochers sont un mélange de différentes matières, comme marbre, quartz, spath, cailloux, et coquilles réduites en mortier avec le sable et le *gluten* ou bitume de la mer, lequel est si puissant dans cet endroit, que l'on observe dans les décombres qu'on y jette que les briques, les pierres, le sable, le plâtre, les coquilles, etc., se trouvent, après un certain temps, si bien unis et attachés ensemble, que le tout ne paroît qu'un morceau de pierre. (*Histoire naturelle d'Espagne*, par M. Bowles.)

M. le prince de Pignatelli d'Egmont, amateur très-éclairé de toutes les grandes et belles connoissances, a eu la bonté de me donner, pour le Cabinet du Roi, un morceau de cette même nature, tiré sur le rivage de la mer de Sicile, où cette pétrification s'opère en très-peu de temps. Fazelli, *de Rebus siculis*, attribue à l'eau du détroit de Charybde cette propriété de cimenter le gravier de ses rivages.

quilles : l'une des surfaces de ces blocs est hérissée de mamelons assez longs, la plupart figurés en cannelures et comme travaillés de main d'homme, tandis que les autres surfaces sont unies. On reconnoît donc évidemment le travail de l'eau sur ces blocs, dont la surface cannelée portoit horizontalement sur le banc duquel ils ont été détachés : leur composition n'est qu'un amas de congélations grossières, faites par les stillations de l'eau à travers une matiere calcaire tout aussi grossiere.

Les pierres de la seconde sorte ne sont pas des blocs informes ; ils affectent au contraire des figures presque régulières. Ces blocs ne se trouvent pas communément sur la pente des collines ni dans leurs vallons, mais plutôt dans les plaines au dessus des montagnes calcaires, et la substance dont ils sont composés est ordinairement blanche : les uns sont irrégulièrement sphériques ou elliptiques, les autres hémisphériques ; et quelquefois on en trouve qui sont étroits dans leur milieu, et qui ressemblent à deux moitiés de sphere réunies par un collet. Ces sortes de blocs figurés présentent encore la forme de la substance des *astroïtes*, *cerveaux de mer*, etc., dont ils ne sont que les masses entieres ou les fragmens ; leurs rides et leurs pores ont été remplis d'une matiere blanche toute semblable à celle de ces productions marines. Les stries et les étoiles que l'on voit à la surface de plusieurs de ces blocs ne laissent aucun doute sur la premiere nature de ces pierres, qui n'étoient d'abord que des masses coquilleuses produites par les polypes et autres animaux de même genre, et qui, dans la suite, par l'addition et la pénétration du suc extrait de ces mêmes substances, sont devenues des pierres solides et même sonores.

La troisième espèce de ces pierres en blocs et en débris se trouve, comme la premièrc, sur la pente des montagnes calcaires, et même dans leurs vallons : ces pierres sont plates comme le moellon commun, et presque toujours renflées dans leur milieu, et plus minces sur les bords, comme sont les galets ; toutes sont colorées de gris foncé ou de bleu dans cette partie du milieu qui est toujours environnée d'une substance pierreuse blanchâtre, qui sert d'enveloppe à tous ces noyaux colorés [1], et qui a été formée postérieurement à ces noyaux : néanmoins ils ne paroissent pas être d'une formation aussi ancienne que ceux de la seconde sorte ; car ils ne contiennent point de coquilles : leur couleur et les points brillans dont leur substance est parsemée indiquent qu'ils ont d'abord été formés par une matière pierreuse, imprégnée de fer ou de quelque autre minéral qui les a colorés, et qu'après avoir été séparés des rochers où ils se sont formés, ils ont été roulés et aplatis en forme de galets, et qu'enfin ce n'est qu'après tous ces mouvemens et ces altérations qu'ils ont été saisis de nouveau par le liquide pétrifiant qui les a tous enveloppés séparément, et quelquefois réunis ensemble ; car on trouve de ces pierres à noyau coloré non seulement en gros blocs, mais même en grands bancs de carrieres, qui toutes sont situées sur la pente et au pied des montagnes ou collines calcaires, dont ces blocs ne sont que les plus anciens débris.

On trouve encore sur les pentes douces des collines calcaires, dans les champs cultivés, une grande quantité de pétrifications de coquilles et de crustacés entieres et bien conservées, que le soc de la charrue a détachées et enlevées du premier banc qui gît immédiatement sous la couche de terre végétale. Cela s'observe dans tous les lieux où ce premier banc est d'une pierre tendre et gelisse. Les morceaux de moellon que le soc enleve se réduisent en gravier et en poussière au bout de quelques années d'exposition à l'air, et laissent à découvert les pétrifications qu'ils contenoient, et qui étoient auparavant enveloppées dans la matière pierreuse : preuve évidente que ces pétrifications sont plus dures et plus solides que la matière qui les environnoit, et que la décomposition de la coquille a augmenté la densité de la portion de cette matiere qui en a rempli la capacité intérieure ; car ces pétrifications en forme de coquilles, quoique exposées à la gelée et à toutes les injures de l'air,

1. Aux bords de l'Albarine, surtout près de Saint-Denis, il y a une immensité de cailloux roulés (qui sont bien de terre calcaire, puisqu'on en fait de très-bonne chaux) ; ils ont une croute blanche à peu près concentrique, et un noyau d'un beau gris-bleu. Le hasard ne peut avoir fait que des fragmens de blocs mêlés se soient usés et arrondis concentriquement suivant leurs couleurs : quelle peut donc être la formation de ces cailloux ? (*Lettre de M. de Morveau à M. le comte de Buffon*, datée de Bourg-en-Bresse, le 22 septembre 1778.)

Je puis ajouter que, dans presque tous les pays dont les collines sont composées de pierres calcaires, il se trouve de ces pierres dont l'intérieur, plus anciennement formé que l'extérieur, est teint de gris ou de bleu, tandis que les couches supérieures et inférieures sont blanches ; ces pierres sont en moellons plats, et il ne leur manque, pour ressembler entièrement aux prétendus cailloux du Rhône, que d'avoir été roulés.

y ont résisté sans se fendre ni s'égrener, tandis que les autres morceaux de pierre enlevés du même banc ne peuvent subir une seule fois l'action de la gelée sans s'égrener ou se diviser en écailles. On doit donc dans ce cas regarder la décomposition de la coquille comme la substance spathique qui a augmenté la densité de la matière pierreuse, contenue et moulée dans son intérieur, laquelle, sans cette addition de substance tirée de la coquille même, n'auroit pas eu plus de solidité que la pierre environnante. Cette remarque vient à l'appui de toutes les observations par lesquelles on peut démontrer que l'origine des pierres en général, et de la matière spathique en particulier, doit être rapportée à la décomposition des coquilles par l'intermède de l'eau. J'ai de plus observé que l'on trouve assez communément une espèce de pétrification dominante dans chaque endroit, et plus abondante qu'aucune autre ; il y aura, par exemple, des milliers de cœurs de bœufs (*bucardites*) dans un canton, des milliers de cornes d'ammon dans un autre, autant d'oursins dans un troisième, souvent seuls, ou tout au plus accompagnés d'autres especes en très-petit nombre; ce qui prouve encore que la matière des bancs où se trouvent ces pétrifications n'a pas été amenée et transportée confusément par le mouvement des eaux, mais que certains coquillages se sont établis sur le lit inférieur, et qu'après y avoir vécu et s'être multipliés en grand nombre, ils y ont laissé leurs dépouilles.

L'on trouve encore, sur la pente des collines calcaires, de gros blocs de pierres calcaires grossières, enterrées à une petite profondeur, qu'on appelle vulgairement des *pierres à four*, parce qu'elles résistent sans se fendre aux feux de nos fours et fourneaux, tandis que toutes les autres pierres qui résistent à la gelée et au plus grand froid ne peuvent supporter ce même degré de feu sans s'éclater avec bruit. Communément les pierres légères, poreuses, et gelisses, peuvent être chauffées jusqu'au point de se convertir en chaux sans se casser, tandis que les plus pesantes et les plus dures, sur lesquelles la gelée ne fait aucune impression, ne peuvent supporter la première action de ce même feu. Or notre pierre à four est composée de gros graviers calcaires détachés des rochers supérieurs, et qui, se trouvant recouverts par une couche de terre végétale, se sont fortement agglutinés par leurs angles sans se joindre de près, et ont laissé entre eux des intervalles que la matière spathique n'a pas remplis. Cette pierre criblée de petits vides n'est en effet qu'un amas de graviers durs, dont la plupart sont colorés de jaune ou de rougeâtre, et dont la réunion ne paroît pas s'être faite par le suc spathique : car on n'y voit aucun de ces points brillans qui le décèlent dans les autres pierres auxquelles il sert de ciment. Celui qui lie les grains de ce gros gravier de la pierre à four n'est pas apparent, et peut-être est-il d'une autre nature ou en moindre quantité que le ciment spathique : on pourrait croire que c'est un extrait de la matière ferrugineuse qui a lié ces grains en même temps qu'elle leur a donné la couleur [1] ; ou bien ce ciment, qui n'a pu se former que par la filtration de l'eau pluviale à travers la couche de terre végétale, est un produit de ces mêmes parties ferrugineuses et pyriteuses provenant de la dissolution des pyrites qui se sont effleuries par l'humidité dans cette terre végétale ; car cette pierre à four, lorsqu'on la travaille, répand une odeur de soufre encore plus forte que celle des autres pierres. Quoi qu'il en soit, cette pierre à four, dont les grains sont gros et pesans, et dont la masse est néanmoins assez légère par la grandeur de ses vides, résiste sans se fendre au feu où les autres s'éclatent subitement : aussi l'emploie-t-on de préférence pour les âtres des fourneaux, les gueules de four, les contre-cœurs de cheminée, etc.

Enfin l'on trouve, au pied et sur la pente douce des collines calcaires, d'autres amas de gravier ou d'un sable plus fin, dans lesquels il s'est formé plusieurs lits de pierres inclinées suivant la pente du terrain, et qui se délitent très-aisément selon cette même inclinaison. Ces pierres ne contiennent point de coquilles, et sont évidemment d'une formation nouvelle; leurs bancs inclinés n'ont guère plus d'un pied d'épaisseur et se divisent aisément en moellons plats, dont les deux surfaces sont unies. Ces pierres parasites ont été nouvellement formées par l'agrégation de ces sables ou graviers, et elles ne sont ni dures, ni pesantes, parce qu'elles n'ont pas été pénétrées du suc pétrifiant, comme les pierres anciennes qui sont posées sous des bancs d'autres pierres.

La dureté, la pesanteur, et la résistance à l'action de la gelée, dans les pierres, dépendent donc principalement de la grande quantité de suc lapidifique dont elles sont pénétrées; leur résistance au feu suppose au

1. Il me semble qu'on pourroit rapporter à notre pierre à four celle qu'on nomme *roussier* en Normandie.

contraire des pores très-ouverts, et même d'assez grands vides entre les parties constituantes : néanmoins plus les pierres sont denses, plus il faut de temps pour les convertir en chaux. Ce n'est donc pas que la pierre à four se calcine plus difficilement que les autres ; ce n'est pas qu'elle ne se réduise également en chaux ; mais c'est parce qu'elle se calcine sans se fendre, sans s'écailler ni tomber en fragmens, qu'elle a de l'avantage sur les autres pierres pour être employée aux fours et aux fourneaux : et il est aisé de voir pourquoi ces pierres en se calcinant ne se divisent ni ne s'égrènent ; cela vient de ce que les vides, disséminés en grand nombre dans toute leur masse, donnent à chaque grain dilaté par la chaleur la facilité de se gonfler, s'étendre, et occuper plus d'espace, sans forcer les autres grains à céder leur place, au lieu que, dans les pierres pleines, la dilatation causée par la chaleur ne peut renfler les grains sans faire fendre la masse en d'autant plus d'endroits qu'elle sera plus solide.

Ordinairement les pierres tendres sont blanches, et celles qui sont plus dures ont des teintes de quelques couleurs ; les grises et les jaunâtres, celles qui ont une nuance de rouge, de bleu, de vert, doivent toutes ces couleurs au fer ou à quelque autre minéral qui est entré dans leur composition ; et c'est surtout dans les marbres que l'on voit toutes les variétés possibles des plus belles couleurs : les minéraux métalliques ont teint et imprégné la substance de toutes ces pierres colorées dès le premier temps de leur formation ; car la pierre rousse même, dont on attribue la couleur aux parties ferrugineuses de la couche végétale, se trouve souvent fort au dessous de cette couche, et surmontée de plusieurs bancs qui n'ont point de couleur. Il en est de même de la plupart des marbres colorés : c'est dans le temps de leur formation et de leur première pétrification qu'ils ont reçu leurs couleurs par le mélange du fer ou de quelque autre minéral ; et ce n'est que dans des cas particuliers et par des circonstances locales que certaines pierres ont été colorées par la stillation des eaux à travers la terre végétale.

Les couleurs, surtout celles qui sont vives ou foncées, appartiennent donc aux marbres et autres pierres calcaires d'ancienne formation ; et, lorsqu'elles se trouvent dans des pierres de seconde et de troisième formation, c'est qu'elles y ont été entraînées avec la matière même de ces pierres par la stillation des eaux. Nous avons déjà parlé de ces carrières en lieu bas qui se sont formées aux dépens des rochers plus élevés ; les pierres en sont communément blanches, et il n'y a que celles qui sont mêlées d'une petite quantité d'argile ou de terre végétale qui soient colorées de jaune ou de gris. Ces carrieres de nouvelle formation sont très-communes dans les vallées et dans le voisinage des grandes rivières, et il est aisé d'en reconnoître l'origine et de suivre les progrès de leur établissement depuis le sommet des montagnes calcaires jusqu'aux plaines les plus basses.

On trouve quelquefois dans ces carrières de nouvelle formation des lits d'une pierre aussi dure que celle des bancs anciens dont elle tire son origine ; cela dépend, dans ces nouvelles carrières comme dans les anciennes, de l'épaisseur des lits superposés : les inférieurs, recevant le suc pierreux des lits supérieurs, prendront tous les degrés de dureté et de densité à mesure qu'ils en seront pénétrés ; mais les pierres qui se trouvent dans les plaines ou dans les vallées voisines des grandes rivières, disposées en lits horizontaux ou inclinés, n'ont été formées que des sédimens de craie ou de poussiere de pierre qui primitivement ont été détachés des rochers, et atténués par le mouvement et l'impression de l'eau. Ce sont les torrens, les ruisseaux, et toutes les eaux courantes sur la terre découverte, qui ont amené ces poudres calcaires dans les vallées et les plaines, et qui souvent y ont mêlé des substances de toute nature. On ne trouve jamais de coquilles marines dans ces pierres, mais souvent des coquilles fluviatiles et terrestres [1] : on y a même trouvé des morceaux de fer [2] et de bois [3], travaillés de main

1. La pierre qu'on tire à peu de distance de la Seine, près de l'Hôpital général de Paris, et dont j'ai parlé plus haut, est remplie de petites *vis*, qui sont communes dans les ruisseaux d'eau vive : cette pierre de la Seine ressemble à peu près aux pierres que l'on tire dans les vallées, entre la Saône et la Vingeanne, auprès du village de Talmay en Bourgogne. Je cite ce dernier exemple, parce qu'il démontre évidemment que la matière de ces lits de pierre a été amenée de loin, puisqu'il n'y a aucune montagne calcaire qu'à environ une lieue de distance.

2. Le sieur Dumontier, maître maçon à Paris, m'a assuré qu'il y a quelques années il avoit trouvé dans un bloc de pierre dite de *Saint-Leu*, laquelle ne se tire qu'à la surface de la terre, c'est-à-dire à quelques pieds de profondeur, un corps cylindrique qui lui paroissoit être une pétrification, parce qu'il étoit incrusté de matières pierreuses ; mais que, l'ayant nettoyé avec soin, il reconnut que c'étoit vraiment un canon de pistolet, c'est-à-dire du fer.

3. Dans un bloc de pierre de plusieurs pieds de longueur sur une épaisseur d'environ un pied ou

d'homme ; nous avons vu du charbon de bois dans quelques-unes de ces pierres : ainsi l'on ne peut douter que toutes les carrières en lieu bas ne soient d'une formation moderne, qu'on doit dater depuis que nos continens, déjà découverts, ont été exposés aux dégradations de leurs parties, même les plus solides, par la gelée et par les autres injures des élémens humides. Au reste, toutes les pierres de ces basses carrières ne présentent qu'un grain plus ou moins fin, et très-peu de ces points brillans qui indiquent la présence de la matière spathique : aussi sont-elles ordinairement plus légères et moins dures que la pierre des hautes carrières, dans lesquelles les bancs inférieurs sont de la plus grande densité.

Et cette matière spathique, qui remplit tous les vides et s'étend dans les délits et dans les couches horizontales des bancs de pierre, s'accumule aussi le long de leurs fentes perpendiculaires : elle commence par en tapisser les parois, et peu à peu elle les recouvre d'une épaisseur considérable de couches additionnelles et successives ; elle y forme des mamelons, des stries, des cannelures creuses et saillantes, qui souvent descendent d'en haut jusqu'au point le plus bas, où elle se réunit en congélations, et finit par remplir quelquefois en entier la fente qui séparoit auparavant les deux parties du rocher. Cette matière spathique qui s'accumule dans les cavités et les fentes des rochers n'est pas ordinairement du spath pur, mais mélangé de parties pierreuses plus grossières et opaques ; on y reconnoît seulement le spath par les points brillans qui se trouvent en plus ou moins grande quantité dans ces congélations.

Et lorsque ces points brillans se multiplient, lorsqu'ils deviennent plus gros et plus distincts, ils ressemblent par leur forme à des grains de sel marin : aussi les ouvriers donnent aux pierres revêtues de ces cristallisations spathiques le nom impropre de *pierres de sel*. Ce ne sont pas toujours les pierres les plus dures ni celles qui sont composées de gravier, mais celles qui contiennent une très-grande quantité de coquilles et de pointes d'oursins, qui offrent cette espèce de cristallisation en forme de grains de sel ; et l'on peut observer qu'elle paroît être toujours en plus gros grains sur la surface qu'à l'intérieur des pierres, parce que les grains dans l'intérieur sont toujours liés ensemble.

Ce suc pétrifiant qui pénètre les pierres des bancs inférieurs, qui en remplit les cavités, les joints horizontaux, et les fentes perpendiculaires, ne provenant que de la décomposition de la matière des bancs supérieurs, doit, en se séparant, y causer une altération sensible : aussi remarque-t-on dans la pierre des premiers bancs des carrières qu'elle a éprouvé des dégradations ; on n'y voit qu'un très-petit nombre de points brillans ; elle se divise en petits morceaux irréguliers, minces, assez légers, et qui se brisent aisément. L'eau, en passant par ces premiers bancs, a donc enlevé les élémens du ciment spathique qui lioit les parties de la pierre, et en même temps elle en a détaché une grande quantité d'autre matière pierreuse plus grossière ; et c'est de ce mélange qu'ont été composées toutes les congélations opaques qui remplissent les cavités des rochers : mais lorsque l'eau chargée de cette même matière passe à travers un second filtre en pénétrant la pierre des bancs inférieurs, dont le tissu est plus serré, elle abandonne et dépose en chemin ces parties grossières, et alors les stalactites qu'elle forme sont du vrai spath pur, homogène, et transparent. Nous verrons ci-après que, dans les pierres vitreuses comme dans les calcaires, la pureté des congélations dépend du nombre des filtrations qu'elles ont subies, et de la ténuité des pores dans les matières qui ont servi de filtre.

quinze pouces, tiré des carrières du faubourg Saint-Marceau à Paris, l'ouvrier tailleur de pierre s'aperçut, en la sciant, que sa scie poussoit au dehors une matière noire, qu'il jugea être des débris de bois pourri. En effet, la pierre ayant été séparée en deux blocs, il trouva qu'elle renfermoit, dans son intérieur, un morceau de bois de près de deux pouces d'épaisseur sur six à sept pouces de longueur, lequel étoit en partie pourri et sans aucun indice de pétrification.

———

DE L'ALBATRE.

Cet albâtre, auquel les poëtes ont si souvent comparé la blancheur de nos belles, est toute une autre matière que l'albâtre dont nous allons parler; ce n'est qu'une substance gypseuse, une espèce de plâtre très-blanc, au lieu que le véritable albâtre est une matière purement calcaire, plus souvent colorée que blanche, et qui est plus dure que le plâtre, mais en même temps plus tendre que le marbre. Les couleurs les plus ordinaires des albâtres sont le blanchâtre, le jaune, et le rougeâtre; on en trouve aussi qui sont mêlés de gris, et de brun ou noirâtre : souvent ils sont teints de deux de ces couleurs, quelquefois de trois, rarement de quatre ou cinq. L'on verra qu'ils peuvent recevoir toutes les nuances de couleur qui se trouvent dans les marbres, sous la masse desquels ils se forment.

L'albâtre d'Italie est un des plus beaux; il porte un grand nombre de taches d'un rouge foncé sur un fond jaunâtre, et il n'a de transparence que dans quelques petites parties. Celui de Malte est jaunâtre mêlé de gris et de noirâtre, et l'on y voit aussi quelques parties transparentes. Les albâtres que les Italiens appellent *agatés* sont ceux qui ont le plus de transparence, et qui ressemblent aux agates par la disposition des couleurs. Il y en a même que l'on appelle *albâtre onyx*, parce qu'il présente des cercles concentriques de différentes couleurs. On connoît aussi des albâtres herborisés, et ces herborisations sont ordinairement brunes ou noires. *Volterra* est l'endroit de l'Italie le plus renommé par ses albâtres; on y en compte plus de vingt variétés différentes par les degrés de transparence et les nuances de couleurs. Il y en a de blancs à reflets diaphanes, avec quelques veines noires et opaques, et d'autres qui sont absolument opaques et de couleur assez terne, avec des taches noires et des herborisations branchues.

Tous les albâtres sont susceptibles d'un poli plus ou moins brillant : mais on ne peut polir les albâtres tendres qu'avec des matières encore plus tendres, et surtout avec de la cire; et quoiqu'il y en ait d'assez durs à Volterra et dans quelques autres endroits d'Italie, on assure cependant qu'ils le sont moins que l'albâtre de Perse et de quelques autres contrées de l'Orient.

L'on ne doit donc pas se persuader avec le vulgaire que l'albâtre soit toujours blanc, quoique cela ait passé parmi nous en proverbe. Ce qui a donné lieu à cette méprise, c'est que la plupart des artistes, et même quelques chimistes, ont confondu deux matières, et donné, comme les poëtes, le nom d'*albâtre* à une sorte de plâtre très-tendre et d'une grande blancheur, tandis que les naturalistes n'ont appliqué ce nom d'*albâtre* qu'à une matière calcaire qui se dissout par les acides et se convertit en chaux au même degré de chaleur que la pierre : les acides ne font au contraire aucune impression sur cette autre matière blanche qui est du vrai plâtre; et Pline avoit bien indiqué notre albâtre calcaire en disant qu'il est de couleur de miel.

Étant descendu, en 1740, dans les grottes d'Arcy-sur-Cure, près de Vermanton, je pris dès lors une idée nette de la formation de l'albâtre, par l'inspection des grandes stalactites en tuyaux, en colonnes, et en nappes, dont ces grottes, qui ne paroissent être que d'anciennes carrières, sont incrustées et en partie remplies. La colline dans laquelle se trouvent ces anciennes carrières a été attaquée par le flanc à une petite hauteur au dessus de la rivière de Cure; et l'on peut juger, par la grande étendue des excavations, de l'immense quantité de pierres à bâtir qui en ont été tirées : on voit en quelques endroits les marques des coups de marteau qui en ont tranché les blocs. Ainsi l'on ne peut douter que ces grottes, quelque grandes qu'elles soient, ne doivent leur origine au travail de l'homme; et ce travail est bien ancien, puisque, dans ces mêmes carrières, abandonnées depuis long-temps, il s'est formé des masses très-considérables, dont le volume augmente encore chaque jour par l'addition de nouvelles concrétions formées, comme les premières, par la stillation des eaux : elles ont filtré dans les joints des bancs calcaires qui surmontent ces excavations et leur servent de voûtes; ces bancs sont superposés horizontalement, et forment toute l'épaisseur et la hauteur de la colline, dont la surface est couverte de terre végétale : l'eau des pluies passe donc à travers cette couche de terre, et en prend la couleur jaune ou rougeâtre; ensuite elle pénètre dans les joints

et les fentes de ces bancs, où elle se charge des molécules pierreuses qu'elle en détache, et enfin elle arrive au dessous du dernier banc, et suinte en s'attachant aux parois de la voûte, ou tombe goutte à goutte dans l'excavation.

Et cette eau chargée de matière pierreuse forme d'abord des stalactites qui pendent de la voûte, qui grossissent et s'allongent successivement par des couches additionnelles, et prennent en même temps plus de solidité à mesure qu'il arrive de nouveaux sucs pierreux [1]. Lorsque ces sucs sont très-abondans, ou qu'ils sont trop liquides, la stalactite supérieure attachée à la voûte laisse tomber par gouttes cette matière superflue, qui forme, sur le sol, des concrétions de même nature, lesquelles grossissent, s'élèvent, et se joignent enfin à la stalactite supérieure, en sorte qu'elles forment par leur réunion une espèce de colonne d'autant plus solide et plus grosse qu'elle s'est faite en plus de temps; car le liquide pierreux augmente ici également le volume et la masse en se déposant sur les surfaces et pénétrant l'intérieur de ces stalactites, lesquelles sont d'abord légères et friables, et acquièrent ensuite de la solidité par l'addition de cette même matiere pierreuse qui en remplit les pores; et ce n'est qu'alors que ces masses concrètes prennent la nature et le nom d'albâtre : elles se présentent en colonnes cylindriques, en cônes plus ou moins obtus, en culs-de-lampe, en tuyaux, et aussi en incrustations figurées contre les parois verticales ou inclinées de ces excavations, et en nappes déliées ou en tables épaisses et assez étendues sur le sol; il paroît même que cette concrétion spathique qui est la première ébauche de l'albâtre se forme aussi à la surface de l'eau stagnante dans ce grottes, d'abord comme une pellicule mince, qui peu à peu prend de l'épaisseur et de la consistance, et présente par la suite une espèce de voûte qui couvre la cavité ou encore pleine ou épuisée d'eau. Toutes ces masses concrètes sont de même nature; je m'en suis assuré en faisant tirer et enlever quelques blocs des unes et des autres pour les faire travailler et polir par des ouvriers accoutumés à travailler le marbre : ils reconnurent avec moi que c'était du véritable albâtre, qui ne différoit des plus beaux albâtres qu'en ce qu'il est d'un jaune un peu plus pâle et d'un poli moins vif ; mais la composition de la matière, et sa disposition par ondes ou veines circulaires, est absolument la même [2]. Ainsi tous les albâtres doivent leur origine aux concrétions produites par l'infiltration des eaux à travers les matières calcaires : plus les bancs de ces matières sont épais et durs, plus les albâtres qui en proviennent seront solides à l'intérieur et brillans au poli. L'albâtre qu'on appelle oriental ne porte ce nom que parce qu'il a le grain plus fin, les couleurs plus fortes, et le poli plus vif que les autres albâtres; et l'on trouve en Italie, en Sicile, à Malte, et même en France [3], de ces albâtres qu'on peut nom-

1. L'auteur du *Traité des pétrifications*, qui a vu une grotte près de Neufchâtel, nommée *Troisros*, a remarqué que l'eau, qui coule lentement par diverses fentes du roc, s'arrête pendant quelque temps en forme de gouttes au haut d'une espèce de voûte formée par les bancs du rocher; là, de petites molécules cristallines, que l'eau entraîne en passant à travers les bancs, se lient par leurs côtés pendant que la goutte demeure suspendue et y forme de petits tuyaux, à mesure que l'air s'échappe par la partie inférieure de la petite bulle qu'il formoit dans la goutte d'eau : ces tuyaux s'allongent peu à peu en grossissant, par une accession continuelle de nouvelle matière; puis ils se remplissent; de sorte que les cylindres qui en résultent sont ordinairement arrondis vers le bout d'en bas, tandis qu'ils sont encore suspendus au rocher : mais dès qu'ils s'unissent avec les particules cristallines, qui tombent plus vite et forment un sédiment à plusieurs couches au bas de la grotte, ils ressemblent alors à des arbres qui du bas s'élèvent jusqu'au comble de la voûte.

Ces cylindres acquièrent un plus grand diamètre en bas par le moyen de la nouvelle matière qui coule le long de leur superficie, et ils deviennent souvent raboteux, à cause des particules cristallines qui s'y arrêtent en tombant dessus, comme une pluie menue, lorsque l'eau abonde plus qu'à l'ordinaire dans l'entre-deux des rochers : la configuration intérieure de leur masse, faite à rayons et à couches concentriques, et quelquefois différemment colorées par une petite quantité de terre fine qui s'y mêle et les rend semblables aux aubiers des arbres, jointe aux circonstances dont on vient de parler, peut tromper les plus éclairés.

Il se forme aussi plusieurs autres masses plus ou moins régulières de *stalactite* dans des cavernes de pierre à chaux et de marbre : ces masses ne diffèrent entre elles, par rapport à leur matière, que par le plus grand ou le moindre mélange de terre fine de différentes couleurs que l'eau enlève souvent du roc même avec les particules cristallines, ou qu'elle amène des couches de terre supérieures aux roches dans les couches de stalactite. (*Traité des pétrifications*, in-4°, Paris, 1742, p. 4 et suiv.)

2. Lorsque l'on scie transversalement une grosse stalactite ou colonne d'albâtre, on voit, sur la tranche, les couches circulaires dont la stalactite est formée; mais si on la scie sur sa longueur l'albâtre ne présente que des veines longitudinales, en sorte que le même albâtre paroît être différent, selon le sens dans lequel on le travaille.

3. On trouve à deux lieues de Mâcon, du côté du midi, une grande carrière d'albâtre très-beau et très-bien coloré, qui a beaucoup de transparence

mer orientaux par la beauté de leurs couleurs et l'éclat de leur poli : mais leur origine et leur formation sont les mêmes que celles des albâtres communs, et leurs différences ne doivent être attribuées qu'à la qualité différente des pierres calcaires qui en ont fourni la matière. Si cette pierre s'est trouvée dure, compacte, et d'un grain fin, l'eau ne pouvant la pénétrer qu'avec beaucoup de temps, elle ne se chargera que de molécules très-fines et très-denses, qui formeront des concrétions plus pesantes et d'un grain plus fin que celui des stalactites produites par des pierres plus grossières; en sorte qu'il doit se trouver dans ces concrétions, ainsi que dans les albâtres, de grandes variétés, tant pour la densité que pour la finesse du grain et l'éclat du poli.

La matière pierreuse que l'eau détache en s'infiltrant dans les bancs calcaires est quelquefois si pure et si homogène, que les stalactites qui en résultent sont sans couleurs et transparentes, avec une figure de cristallisation régulière; ce sont ordinairement de petites colonnes à pans, terminées par des pyramides triangulaires, et ces colonnes se cassent toujours obliquement. Cette matière est le spath, et les concrétions qui en contiennent une grande quantité forment des albâtres plus transparens que les autres, mais qui sont en même temps plus difficiles à travailler.

Il ne faut pas bien des siecles, ni même un très-grand nombre d'années, comme on pourroit le croire, pour former des albâtres : on voit croître les stalactites en assez peu de temps; on les voit se grouper, se joindre, et s'étendre pour ne former que des masses communes, en sorte qu'en moins d'un siècle elles augmentent peut-être du double de leur volume. Étant descendu, en 1759, dans les mêmes grottes d'Arcy pour la seconde fois, c'est-à-dire dix-neuf ans après ma première visite, je trouvai cette augmentation de volume très-sensible et plus considérable que je ne l'avois imaginé : il n'étoit plus possible de passer dans les mêmes défilés par lesquels j'avois passé en 1740; les routes étoient devenues trop étroites ou trop basses, les cônes et les cylindres s'étoient allongés; les incrustations s'étoient épaissies; et je jugeai qu'en supposant égale l'augmentation successive de ces concrétions, il ne faudroit peut-être pas deux siecles pour achever de remplir la plus grande partie de ces excavations.

L'albâtre est donc une matiere qui, se produisant et croissant chaque jour, pourroit, comme le bois, se mettre pour ainsi dire en coupes réglées à deux ou trois siècles de distance; car, en supposant qu'on fît aujourd'hui l'extraction de tout l'albâtre contenu dans quelques-unes des cavités qui en sont remplies, il est certain que ces mêmes cavités se rempliroient de nouveau d'une matière toute semblable, par les mêmes moyens de l'infiltration et du dépôt des eaux gouttières qui passent à travers les couches supérieures de la terre et les joints des bancs calcaires.

Au reste, cet accroissement des stalactites, qui est très-sensible et même prompt dans certaines grottes, est quelquefois tres-lent dans d'autres. « Il y a près de vingt ans, dit M. l'abbé de Sauvages, que je cassai plusieurs stalactites dans une grotte où personne n'avoit encore touché; à peine se sont-elles allongées aujourd'hui de cinq ou six lignes : on en voit couler des gouttes d'eau chargées de suc pierreux, et le cours n'en est interrompu que dans les temps de sécheresse. » Ainsi la formation de ces concrétions dépend non seulement de la continuité de la stillation des eaux, mais encore de la qualité des rochers et de la quantité de particules pierreuses qu'elles en peuvent détacher. Si les rochers ou bancs supérieurs sont d'une pierre très-dure, les stalactites auront le grain tres-fin et seront long-temps à se former et à croître; elles croitront au contraire en d'autant moins de temps que les bancs supérieurs seront de matières plus tendres et plus poreuses, telles que sont la craie, la pierre tendre, et la marne.

La plupart des albâtres se décomposent à l'air, peut-être en moins de temps qu'il n'en faut pour les former. «La pierre dont on se sert à Venise pour la construction des palais et des églises est une pierre calcaire blanche qu'on tire d'Istria, parmi laquelle il y a beaucoup de stalactites d'un tissu compacte, et souvent d'un diametre deux fois plus grand que celui du corps d'un homme très-gros : ces stalactites se forment en grande abondance dans les voûtes souterraines des montagnes calcaires du pays. Ces pierres se décomposent si facilement, que l'on vit, il y a quelques années, à l'entablement supérieur de la façade d'une belle église neuve, bâtie de cette pierre, plusieurs grandes stalactites qui s'étoient formées

en plusieurs endroits; cette carrière est située dans la montagne que l'on appelle *Solutrie*, dans laquelle il s'est fait un éboulement considérable par son propre poids. (*Note communiquée par M. Dumorey.*)

successivement par l'égouttement lent des eaux qui avoient séjourné sur cet entablement. C'est de la même manière qu'elles se forment dans les souterrains des montagnes, puisque leur grain ou leur composition y ressemble [1]. » Je ne crois pas qu'il soit nécessaire de faire observer ici que cette pierre d'Istria est une espèce d'albâtre; on le voit assez par la description de sa substance et de sa décomposition.

Et lorsqu'une cavité naturelle ou artificielle se trouve surmontée par des bancs de marbre, qui, de toutes les pierres calcaires, est la plus dense et la plus dure, les concrétions formées dans cette cavité par l'infiltration des eaux ne sont plus des albâtres, mais de beaux marbres fins, et d'une dureté presque égale à celle du marbre dont ils tirent leur origine, et qui est d'une formation bien plus ancienne. Ces premiers marbres contiennent souvent des coquilles et d'autres productions de la mer, tandis que les nouveaux marbres, ainsi que les albâtres, n'étant composés que de particules pierreuses detachées par les eaux, ne présentent aucun vestige de coquilles, et annoncent par leur texture que leur formation est nouvelle.

Ces carrieres parasites de marbre et d'albâtre, toutes formées aux dépens des anciens bancs calcaires, ne peuvent avoir plus d'étendue que les cavités dans lesquelles on les trouve. On peut les épuiser en assez peu de temps; et c'est par cette raison que la plupart des beaux marbres antiques ou modernes ne se trouvent plus. Chaque cavité contient un marbre différent de celui d'une autre cavité, surtout pour les couleurs, parce que les bancs des anciens marbres qui surmontent ces cavernes sont eux-mêmes différemment colorés, et que l'eau, par son infiltration, détache et emporte les molécules de ces marbres avec leurs couleurs: souvent elle mêle ces couleurs ou les dispose dans un ordre différent; elle les affoiblit ou les charge selon les circonstances. Cependant on peut dire que les marbres de seconde formation sont en général plus fortement colorés que les premiers, dont ils tirent leur origine.

Et ces marbres de seconde formation peuvent, comme les albâtres, se régénérer dans les endroits d'où on les a tirés, parce qu'ils sont formés de même par la stillation des eaux. Baglivi rapporte un grand nombre d'exemples qui prouvent évidemment que le marbre se reproduit de nouveau dans les mêmes carrieres; il dit que l'on voyoit de son temps des chemins très-unis dans des endroits où, cent ans auparavant, il y avoit eu des carrieres très-profondes. Il ajoute qu'en ouvrant des carrières de marbre on avoit rencontré des haches, des pics, des marteaux, et d'autres outils renfermés dans le marbre, qui avoient vraisemblablement servi autrefois à exploiter ces mêmes carrières, lesquelles se sont remplies par la suite des temps, et sont devenues propres à être exploitées de nouveau.

On trouve aussi plusieurs de ces marbres de seconde formation qui sont mêlés d'albâtre; et dans le genre calcaire, comme en tout autre, la nature passe par degrés et nuances du marbre le plus fin et le plus dur à l'albâtre et aux concrétions les plus grossières et les plus tendres.

La plupart des albâtres, et surtout les plus beaux, ont quelque transparence, parce qu'ils contiennent une certaine quantité de spath qui s'est cristallisé dans le temps de la formation des stalactites dont ils sont composés: mais, pour l'ordinaire, la quantité du spath n'est pas aussi grande que celle de la matière pierreuse, opaque, et grossière; en sorte que l'albâtre qui résulte de cette composition est assez opaque, quoiqu'il le soit toujours moins que les marbres.

Et lorsque les albâtres sont mêlés de beaucoup de spath, ils sont plus cassans et plus difficiles à travailler, par la raison que cette matiere spathique cristallisée se fend, s'égrène très-facilement, et se casse presque toujours en sens oblique; mais aussi ces albâtres sont souvent les plus beaux, parce qu'ils ont plus de transparence et prennent un poli plus vif que ceux où la matière pierreuse domine sur celle du spath. On a cité dans l'*Histoire de l'Académie des Sciences* un albâtre trouvé par M. Puget aux environs de Marseille, qui est si transparent, que, par le poli très-parfait dont il est susceptible, on voit à plus de deux doigts de son épaisseur l'agréable variété de couleurs dont il est embelli. Le marbre à demi transparent que M. Pallas a vu dans la province d'Ischki en Tartarie est vraisemblablement un albâtre semblable à celui de Marseille. Il en est de même du bel albâtre de Grenade en Espagne, qui, selon M. Bowles, est aussi brillant et transparent que la plus belle cornaline blanche, mais qui néanmoins est fort tendre, à moitié blanc et à moitié couleur de cire. En général, la transparence dans les pierres calcaires, les marbres, et les albâtres, ne provient que de la matière spathique qui

1. *Lettres de M. Ferber*, pages 41 et 42.

s'y trouve incorporée et mêlée en grande quantité ; car les autres matières pierreuses sont opaques.

Au reste, on peut regarder comme une espèce d'albâtre toutes les incrustations et même les ostéocoles et les autres concrétions pierreuses moulées sur des végétaux ou sur des ossemens d'animaux. Il s'en trouve de cette dernière espèce en grande quantité dans les cavernes du margraviat de Bareith, dont S. A. S. M[gr] le margrave d'Anspach a eu la bonté de m'envoyer la description suivante : « On connoît assez les marbres qui renferment des coquilles ou des pétrifications qui leur ressemblent... mais ici on trouve des masses pierreuses pétries d'ossemens d'une manière semblable; elles sont nées, pour ainsi dire, de la conglutination des fragmens des stalactites de la pierre calcaire grise qui fait la base de toute la chaîne de ces montagnes, d'un peu de sable, d'une substance marneuse, et d'une quantité infinie de fragmens d'os. Il y a dans une seule pierre, dont on a trouvé des masses de quelques centaines de livres, un mélange de dents de différentes espèces, de côtes, de cartilages, de vertèbres, de phalanges, d'os cylindriques ; en un mot, des fragmens d'os de tous les membres qui y sont par milliers. On trouve souvent dans ces mêmes pierres un grand os qui en fait la pièce principale, et qui est entouré d'un nombre infini d'autres; il n'y a pas la moindre régularité dans la disposition des couches. Si l'on versoit de la chaux détrempée sur un mélange d'esquilles, il en naîtroit quelque chose de semblable. Ces masses sont déjà assez dures dans les cavernes... mais lorsqu'elles sont exposées à l'air, elles durcissent au point que, quand on s'y prend comme il faut, elles sont susceptibles d'un médiocre poli. On trouve rarement des cavités dans l'intérieur ; les interstices sont remplis d'une matière compacte que la pétrification a encore décomposée davantage. Je m'en suis à la fin procuré, avec beaucoup de peine, une collection si complète, que je puis présenter presque chaque os remarquable du squelette de ces animaux, enchâssé dans une propre pièce dont il fait l'os principal. En entrant dans ces cavernes pour la première fois, nous en avons trouvé une si grande quantité, qu'il eût été facile d'en amasser quelques charretées.

« Un heureux destin m'avoit réservé à moi et à mes amis, entre autres un morceau de cette pierre osseuse à peu près de trois pieds de long sur deux de large et autant d'épaisseur.... La curiosité nous le fit mettre en pièces; car il étoit impossible de le faire passer par ces détroits pour le sortir en entier. Chaque morceau, à peu près de deux livres, nous présenta plus de cent fragmens d'os.... J'eus le plaisir de trouver dans le milieu une dent canine, longue de quatre pouces, bien conservée : nous avons aussi trouvé des dents molaires de différentes espèces dans d'autres morceaux de cette même masse[1]. »

Par cet exemple des cavernes de Bareith, où les ossemens d'animaux dont elle est remplie se trouvent incrustés et même pénétrés de la même matière pierreuse amenée par la stillation des eaux, on peut prendre une idée générale de la formation des ostéocoles animales, qui se forment par le même mécanisme que les ostéocoles végétales [2], telles

1. Description des cavernes du margraviat de Bareith, par Jean-Frédéric Esper, *in-fol.*, page 27.

2. M. Gleditsch donne une bonne description des ostéocoles qui se trouvent en grande quantité dans les terrains maigres du Brandebourg. « Ce fossile, dit-il, est connu de tout le monde dans les deux Marches, où on l'emploie depuis plusieurs siècles à des usages tant internes qu'externes.... On le trouve dans un sable plus ou moins léger, blanc, gris, rouge, ou jaunâtre, fort ressemblant à l'espèce de sable qu'on trouve ordinairement au fond des rivières : celui qui touche immédiatement l'ostéocole est plus blanc et plus mou que le reste... Quand dans les temps pluvieux cette terre, qui s'attache fortement aux mains, vient à se dissoudre dans les lieux élevés, les eaux l'entraînent en forme d'émulsion dans les creux qui se trouvent au dessous.... Elle ne diffère guère de la marne, et se trouve attachée au sable dans des proportions différentes.... Mais plus le sable est voisin des branches du fossile, plus la quantité de cette terre augmente : il n'y a pas grande différence entre elle et la matière même du fossile. On trouve aussi cette terre dans les fonds et même sous quelques étangs, etc....

« Les vents, les pluies, etc., en enlevant le sable, laissent quelquefois à découvert l'ostéocole.... Quelquefois on en trouve çà et là des pièces rompues.... Quand on aperçoit des branches, on les dégage du sable avec précaution, et on les suit jusqu'au tronc qui jette des racines sous terre de plusieurs côtés... . Tant que le tronc entier est encore renfermé dans le sable, la forme du fossile ne l'offre aux yeux que d'un côté, et alors elle représente assez parfaitement le bas du tronc d'un vieil arbre.... Les racines descendent en partie jusqu'à la profondeur de quatre à six pieds, et s'étendent en partie obliquement de tous côtés.... Le tronc du fossile, dont la grandeur et l'épaisseur varient, doit sans doute son origine au tronc de quelque arbre mort et en partie carié; ce qui se prouve suffisamment par la lésion et la destruction de sa structure intérieure....

« Les racines les plus fortes sont plus ou moins grosses que le bras ; elles s'amincissent peu à peu en se divisant, de sorte que les dernières ramifications ont à peine une circonférence qui égale une plume d'oie. Pour les productions capillaires des

que les mousses pétrifiées et toutes les autres concrétions dans lesquelles on trouve des figures de végétaux : car supposons qu'au lieu d'ossemens d'animaux accumulés dans ces cavernes, la nature ou la main de l'homme y eussent entassé une grande quantité de roseaux ou de mousses ; n'est-il pas évident que

racines, elles ne se trouvent en aucun endroit du fossile, sans doute parce que leur ténuité et la délicatesse de leur texture ne leur permet pas de résister à la putréfaction.... On trouve rarement les grosses racines pétrifiées et durcies dans le sable ; elles y sont plutôt un peu humides et molles ; et exposées à l'air, elles deviennent sèches et friables....

« La masse terrestre qui, à proprement parler, constitue notre fossile, est une vraie terre de chaux ; et quand on l'a nettoyée du sable et de la pourriture qui peuvent y rester, l'acide vitriolique, avec lequel elle fait une forte effervescence, la dissout en partie. La matière de notre fossile, lorsqu'elle est encore renfermée dans le sable, est molle ; elle a de l'humidité ; sa cohérence est lâche, et il s'en exhale une odeur âcre, assez foible cependant, ou bien elle forme un corps graveleux, pierreux, insipide, et sans odeur : tout cela met en évidence que la terre de chaux de ce fossile n'est point du gravier fin lié par le moyen d'une glu, comme le prétendent quelques auteurs.

« Mais lorsqu'on peut remarquer dans la composition de la matière de notre fossile quelque proportion, elle consiste, pour l'ordinaire, en parties égales de sable et de terre de chaux.

« Ce fossile est dû à des troncs d'arbres dont les fibres ont été atténuées et pourries par l'humidité... Il se forme dans ces troncs et dans ces racines des cavités où s'insinuent facilement, par le moyen de l'eau, le sable et la terre de chaux qu'elle a dissous : cette terre, entrant par les trous et les endroits cariés, descend jusqu'aux extrémités de toute la tige et des racines, jusqu'à ce qu'avec le temps toutes ces cavités se trouvent exactement remplies ; l'eau superflue trouve aisément une issue dont les traces se manifestent dans le centre poreux des branches : voilà comment ce fossile se forme..... L'humidité croupissante qui est perpétuellement autour du fossile est le véritable obstacle à son endurcissement.

« Quelques auteurs ont regardé comme de l'ostéocole une certaine espèce de tuf en partie informe, en partie composé de l'assemblage de plusieurs petits tuyaux de différente nature : ce tuf se trouve en abondance dans plusieurs contrées de la Thuringe et en d'autres endroits....

« L'expérience, jointe au consentement de plusieurs auteurs, dépose que le terrain naturel et le plus convenable à l'ostéocole est un terroir stérile, sablonneux, et léger ; au contraire un terrain gras, consistant, argileux, onctueux, et limoneux, etc., lorsqu'il vient à être délayé par l'eau, laisse passer lentement et difficilement l'eau elle-même, et à plus forte raison quelque autre terre comme celle dont l'ostéocole est formée : l'ostéocole se mêleroit intimement à la terre grasse, dans l'intérieur de laquelle elle formeroit des lits plats plutôt que de pénétrer une substance aussi consistante. » (*Extrait des Mémoires de l'Académie de Prusse*, par M. Paul. Avignon, 1768, tome V, in-12, pages 1 et suivantes du supplément à ce volume.)

M. Bruckmann dit, comme M. Gleditsch, que les ostéocoles ne se trouvent point dans les terres grasses et argileuses, mais dans les terrains sablonneux. Il y en a près de Francfort-sur-l'Oder, dans un sable blanchâtre, mêlé d'une matière noire, qui n'est que du bois pourri. L'ostéocole est molle dans la terre, mais plutôt friable que ductile ; elle se dessèche et se durcit en très-peu de temps à l'air : c'est une espèce de marne, ou du moins une terre qui lui est fort analogue. Les différentes figures des ostéocoles ne viennent que des racines auxquelles cette matière s'attache ; de là provient aussi la ligne noire qu'on trouve presque toujours dans leur milieu : elles sont toutes creuses, à l'exception de celles qui sont formées de plusieurs petites fibres de racines accumulées et réunies par la matière marneuse ou crétacée. Voyez la *Collection académique*, *Partie étrangère*, tome II, pages 155 et 156.

M. Beurer de Nuremberg, ayant fait déterrer grand nombre d'ostéocoles, en a trouvé une dans le temps de sa formation : c'étoit une souche de peuplier noir, qui, par son extrémité supérieure, étoit encore ligneuse, et dont la racine étoit devenue une véritable ostéocole. Voyez les *Transactions philosophiques*, année 1745, n° 476.

M. Guettard a aussi trouvé des ostéocoles en France, aux environs d'Étampes, et particulièrement sur les bords de la rivière de Louette. « L'ostéocole d'Étampes, dit cet académicien, forme des tuyaux longs depuis trois ou quatre pouces jusqu'à un pied et demi et plus : le diamètre de ces tuyaux est de deux, trois, quatre lignes, et même d'un pouce ; les uns, et c'est le plus grand nombre, sont cylindriques ; les autres sont formés de plusieurs portions de cercle, qui, réunies, forment une colonne à plusieurs pans. Il y en a d'aplatis les bords de quelques autres sont roulés en dedans suivant leur longueur, et ne sont, par conséquent, que demi cylindriques ; plusieurs n'ont qu'une seule couche, mais beaucoup plus en ont deux ou trois : on diroit que ce sont autant de cylindres renfermés les uns dans les autres. Le milieu d'un tuyau cylindrique, fait d'une ou de deux couches, en contient quelquefois une troisième qui est prismatique triangulaire Quelques-uns de ces tuyaux sont coniques ; d'autres, ceux-ci sont cependant rares, sont courbés et forment presque un cercle. De quelque figure qu'ils soient, leur surface interne est lisse, polie, et ordinairement striée ; l'extérieure est raboteuse et bosselée. La couleur est d'un assez beau blanc de marne ou de craie à l'extérieur : celle de la surface interne est quelquefois d'un jaune tirant sur le rougeâtre ; et si elle est blanche, ce blanc est toujours un peu sale... Il y a aussi de l'ostéocole sur l'autre bord de la rivière, mais en moindre quantité..... On en trouve encore de l'autre côté de la ville, dans un endroit qui regarde les moulins à papier qui sont établis sur une branche de la Chalouette, et sur les bords des fossés de cette ville qui sont de ce côté..... »

M. Guettard rapporte encore plusieurs observations « pour prouver que la formation de l'ostéocole des environs d'Étampes n'est due qu'à des plantes qui se sont chargées de particules de marne et de sable des montagnes voisines, qui auront été entraînées par des averses d'eau, et arrêtées dans les mares par les plantes qui y croissent, et sur lesquelles ces particules de marne et de sable se seront déposées successivement. » Voyez les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1754, pages 269 jusqu'à 288.

ce même suc pierreux auroit saisi les mousses et les roseaux, les auroit incrustés en dehors, et remplis en dedans et même dans tous leurs pores; que dès lors ces concrétions pierreuses en auront pris la forme, et qu'après la destruction et la pourriture de ces matières végétales, la concrétion pierreuse subsistera et se présentera sous cette même forme? Nous en avons la preuve démonstrative dans certains morceaux qui sont encore roseaux en partie, et du reste ostéocoles. Je connois aussi des mousses dont le bas est pleinement incrusté, et dont le dessus est encore vert et en état de végétation. Et comme nous l'avons dit, tout ce qu'on appelle pétrifications ne sont que des incrustations qui non seulement se sont appliquées sur la surface des corps, mais en ont même pénétré et rempli les vides et les pores, en se substituant peu à peu à la matière animale ou végétale, à mesure qu'elle se décomposoit.

On vient de voir, par la note précédente, que les ostéocoles ne sont que des incrustations d'une matière crétacée ou marneuse, et ces incrustations se forment quelquefois en très-peu de temps, aussi bien au fond des eaux que dans le sein de la terre. M. Dutour, correspondant de l'Académie des Sciences cite une ostéocole qu'il a vue se former en moins de deux ans. « En faisant nettoyer un canal, je remarquai, dit-il, que tout le fond étoit comme tapissé d'un tissu fort serré de filets pierreux, dont les plus gros n'avoient que deux lignes de diamètre, et qui se croisoient en tous sens. Les filets étoient de véritables tuyaux moulés sur des racines d'ormes fort menues qui s'y étoient desséchées, et qu'on pouvoit aisément en tirer. La couleur de ces tuyaux étoit grise, et leurs parois, qui avoient un peu plus d'un tiers de ligne d'épaisseur, étoient assez fortes pour résister, sans se briser, à la pression des doigts. A ces marques, je ne pus méconnoître l'ostéocole, mais je ne pus aussi m'empêcher d'être étonné du peu de temps qu'elle avoit mis à se former : car ce canal n'étoit construit que depuis environ deux ans et demi; et certainement les racines qui avoient servi de noyau à l'ostéocole étoient de plus nouvelle date. » Nous avons d'autres exemples d'incrustations qui se font encore en moins de temps dans certaines circonstances. Il est dit dans l'*Histoire de l'Académie des Sciences* que M. de La Chapelle avoit apporté une pétrification fort épaisse, tirée de l'aquéduc d'Arcueil, et qu'il avoit appris des ouvriers que ces pétrifications ou incrustations se font par lits chaque année; que, pendant l'hiver, il ne s'en fait point, mais seulement pendant l'été, et que quand l'hiver a été très-pluvieux, et abondant en neiges, les pétrifications qui se forment pendant l'été suivant sont quelquefois d'un pied d'épaisseur. Ce fait est peut-être exagéré; mais au moins on est sûr que souvent en une seule année ces dépôts pierreux sont de plus d'un pouce ou deux : on en trouve un exemple dans la même *Histoire de l'Academie*. Le *ruisseau de craie*, près de Besançon, enduit d'une incrustation pierreuse les tuyaux de bois de sapin où l'on fait passer son eau pour l'usage de quelques forges; il forme dans leur intérieur, en deux ans, d'autres tuyaux d'une pierre compacte d'environ un pouce et demi d'épaisseur. M. du Luc dit qu'on voit dans le Valais des eaux aussi claires qu'il soit possible, et qui ne laissent pas de former de tels amas de tuf, qu'il en résulte des saillies considérables sur les faces des montagnes, etc.

Les stalactites, quoique de même nature que les incrustations et les tufs, sont seulement moins impures et se forment plus lentement. On leur a donné différens noms, suivant leurs différentes formes; mais M. Guettard dit avec raison que les stalactites, soit en forme pyramidale ou cylindrique, ou en tubes, peuvent être regardées comme une même sorte de concrétions. Il parle d'une concrétion en très-grande masse, qu'il a observée aux environs de Crégy, village peu éloigné de Meaux, qui s'est formée par le dépôt de l'eau d'une fontaine voisine, et dans laquelle on trouve renfermés des mousses, des chiendens, et d'autres plantes qui forment des milliers de petites ramifications, dont les branches sont ordinairement creuses, parce que ces plantes se sont à la longue pourries et entièrement détruites. Il cite aussi les incrustations en forme de planches de sapin qui se trouvent aux environs de Besançon. « Lorsqu'on voit pour la première fois, dit cet académicien, un morceau de ce dépôt pierreux, il n'y a personne qui ne le prenne d'abord pour une planche de sapin pétrifiée.... Rien en effet n'est plus propre à faire prendre cette idée que ces espèces de planches. Une de leurs surfaces est striée de longues fibres longitudinales et parallèles, comme peuvent être celles des planches de sapin : la continuité de ces fibres est quelquefois interrompue par des espèces de nœuds semblables à ceux qui se voient dans ce bois : ces nœuds sont de différentes gros-

seurs et figures. L'autre surface de ces planches est en quelque sorte ondée à peu près comme seroit une planche de sapin mal polie. Cette grande ressemblance s'évanouit cependant lorsqu'on vient à examiner ces sortes de planches. On s'aperçoit aisément alors qu'elles ne font voir que ce qu'on remarqueroit sur des morceaux de plâtre ou de quelque pâte qu'on auroit étendue sur une planche de sapin... On s'assure facilement dès lors que ces planches pierreuses ne sont qu'un dépôt fait sur des planches de ce bois; et si on les casse, on le reconnoît encore mieux, parce que les stries de la surface ne se continuent pas dans l'intérieur. »

M. Guettard cite encore un autre dépôt pierreux qui se fait dans les bassins du château d'Issy, près de Paris; ce dépôt contient des groupes de plantes *verticillées* tout incrustées. Ces plantes, telles que la girandole d'eau, sont très-communes dans toutes les eaux dormantes; la quantité de ces plantes fait que les branches des différens pieds s'entrelacent les unes avec les autres; et lorsqu'elles sont chargées du dépôt pierreux elles forment des groupes que l'on pourroit prendre pour des plantes pierreuses ou des plantes marines semblables à celles qu'on appelle *coralines*.

Par ce grand nombre d'exemples, on voit que l'incrustation est le moyen aussi simple que général par lequel la nature conserve, pour ainsi dire, à perpétuité, les empreintes de tous les corps sujets à la destruction; ces empreintes sont d'autant plus exactes et fidèles, que la pâte qui les reçoit est plus fine : l'eau la plus claire et la plus limpide ne laisse pas d'être souvent chargée d'une très-grande quantité de molécules pierreuses qu'elle tient en dissolution; et ces molécules, qui sont d'une extrême ténuité, se moulent si parfaitement sur les corps les plus délicats, qu'elles en représentent les traits les plus déliés. L'art a même trouvé le moyen d'imiter en ceci la nature : on fait des cachets, des reliefs, des figures parfaitement achevées, en exposant des moules au jaillissement d'une eau chargée de cette matiere pierreuse [1]; et l'on peut aussi faire des pétrifications artificielles, en tenant long-temps dans cette eau des corps de toute espèce : ceux qui seront spongieux ou poreux recevront l'incrustation tant au dehors qu'en dedans; et si la substance animale ou végétale qui sert de moule vient à pourrir, la concrétion qui reste paroît être une vraie pétrification, c'est-à-dire le corps même qui s'est pétrifié, tandis qu'il n'a été qu'incrusté à l'intérieur comme à l'extérieur.

1. C'est aux bains de *Santo-Filippo*, sur le penchant de la montagne *Santa-Fiora*, près de Sienne, que M. le docteur *Leonardo Vegni* a établi sa singulière manufacture d'impressions de médailles et de bas-reliefs formés par la poudre calcaire que déposent ces eaux : pour cela, il les fait tomber d'assez haut sur des lattes de bois placées en travers sur un grand cuveau : l'eau, par cette chute, rejaillit en gouttes contre les parois de la cuve, auxquelles sont attachés les modèles et les médailles; et en peu de temps on les voit couvertes d'une incrustation très-fine et très-compacte..... On peut même colorer ce sédiment pierreux en rouge, en faisant filtrer l'eau qui doit le déposer à travers du bois de Fernambouc. Il faut que cette matière soit bien abondante dans les eaux, puisqu'on assure qu'on a déjà fait par ce moyen des bustes entiers, et que M. le docteur Vegni espère réussir à en faire des statues massives de grandeur humaine.

DU MARBRE.

Le marbre est une pierre calcaire dure et d'un grain fin, souvent colorée, et toujours susceptible de poli. Il y a, comme dans les autres pierres calcaires, des marbres de première, de seconde, et peut-être de troisième formation. Ce que nous avons dit au sujet des carrières parasites suffit pour donner une juste idée de la composition des pierres ou des marbres que ces carrières renferment : mais les anciens marbres ne sont pas composés comme les nouveaux de simples particules pierreuses, réduites par l'eau en molécules plus ou moins fines; ils sont formés, comme les autres pierres anciennes, de débris de pierres encore plus anciennes, et la plupart sont mêlés de coquilles et d'autres productions de la mer. Tous sont posés par bancs horizontaux ou parallèlement inclinés, et ils ne diffèrent des autres pierres calcaires que par les couleurs; car il y a de ces pierres qui sont presque aussi dures, aussi denses, et d'un grain aussi fin que les marbres, et auxquelles néanmoins on ne donne pas le nom de *marbres*, parce qu'elles sont sans couleur décidée, ou plutôt sans diversité de couleurs.

Au reste, les couleurs, quoique très-fortes ou très-foncées dans certains marbres, n'en changent point du tout la nature ; elles n'en augmentent sensiblement ni la dureté ni la densité, et n'empêchent pas qu'ils ne se calcinent et se convertissent en chaux au même degré de feu que les autres pierres dures. Les pierres à grain fin et que l'on peut polir font la nuance entre les pierres communes et les marbres, qui tous sont de la même nature que la pierre, puisque tous font effervescence avec les acides, qui tous ont la cassure grenue, et qui tous peuvent se réduire en chaux : je dis tous, parce que je n'entends parler ici que de marbres purs, c'est-à-dire de ceux qui ne sont composés que de matière calcaire sans mélange d'argile, de schiste, de lave, ou d'autre matière vitreuse; car ceux qui sont mêlés d'une grande quantité de ces substances hétérogènes ne sont pas de vrais marbres, mais des pierres mi-parties, qu'on doit considérer à part.

Les bancs des marbres anciens ont été formés comme les autres bancs calcaires par le mouvement et le dépôt des eaux de la mer, qui a transporté les coquilles et les matières pierreuses réduites en petit volume, en graviers, en galets, et les a stratifiées les unes sur les autres; et il paroît que l'établissement local de la plupart de ces bancs de marbre d'ancienne formation a précédé celui des autres bancs de pierre calcaire, parce qu'on les trouve presque toujours au dessous de ces mêmes bancs, et que, dans une colline composée de vingt ou trente bancs de pierre, il n'y a d'ordinaire que deux ou trois bancs de marbre, souvent un seul, toujours situé au dessous des autres, à peu de distance de la glaise qui sert de base à la colline; en sorte que communément le banc de marbre porte immédiatement sur cette argile, ou n'en est séparé que par un dernier banc qui paroît être l'égout de tous les autres, et qui est mêlé de marbre, de pyrites, et de cristallisations spathiques d'un assez grand volume.

Ainsi, par leur situation au dessous des autres bancs de pierre calcaire, les bancs de ces anciens marbres ont reçu les couleurs et les sucs pétrifians dont l'eau se charge toujours en pénétrant d'abord la terre végétale, et ensuite tous les bancs de pierre qui se trouvent entre cette terre et le banc de marbre ; et l'on peut distinguer par plusieurs caractères ces marbres d'ancienne formation : les uns portent des empreintes de coquilles dont on voit la forme et les stries; d'autres, comme les *lumachelles*, paroissent composés de petites coquilles de la figure des limaçons ; d'autres contiennent des bélemnites, des orthocératites, des astroïtes, des fragmens de madrépores, etc. Tous ces marbres qui présentent des impressions de coquilles sont moins communs que ceux qu'on appelle *brèches*, qui n'offrent que peu ou point de ces productions marines, et qui sont composés de galets ou de graviers arrondis, liés ensemble par un ciment pierreux, de sorte qu'ils s'ébrèchent en les cassant; et c'est de là qu'on les a nommés *brèches*.

On peut donc diviser en deux classes ces marbres d'ancienne formation. La première comprend tous ceux auxquels on a donné ce nom de *brèches;* et l'on pourroit appeler *marbres coquilleux* ceux de la seconde classe. Les uns et les autres ont des veines de spath, qui cependant sont plus fréquentes et plus apparentes dans les marbres coquilleux que dans les brèches, et ces veines se sont formées lorsque la matière de ces marbres, encore molle, s'est entr'ouverte par le dessèchement; les fentes se sont dès lors peu à peu remplies du suc lapidifique qui découloit des bancs supérieurs, et ce suc spathique a formé les veines qui traversent le fond du marbre en différens sens : elles se trouvent ordinairement dans la matière plus molle qui a servi de ciment pour réunir les galets, les graviers, et les autres débris de pierre ou des marbres anciens dont ils sont composés ; et ce qui prouve évidemment que ces veines ne sont que des fentes remplies du suc lapidifique, c'est que dans les bancs qui ont souffert quelque effort, et qui se sont rompus après le dessèchement par un tremblement de terre ou par quelque autre commotion accidentelle, on voit que la rupture, qui, dans ce cas, a séparé les galets et les autres morceaux durs en deux parties, s'est ensuite remplie de spath, et a formé une petite veine si semblable à la fracture, qu'on ne peut la méconnoître. Ce que les ouvriers appellent des *fils* ou des *poils*, dans les blocs de pierre calcaire, sont aussi de petites veines de spath, et souvent la pierre se rompt dans la direction de ces fils en la travaillant au marteau : quelquefois aussi ce spath prend une telle solidité, surtout quand il est mêlé de parties ferrugineuses, qu'il semble avoir autant et plus de résistance que le reste de la matière.

Il en est des taches comme des veines dans certains marbres d'ancienne formation : on y voit évidemment que les taches sont aussi d'une date postérieure à celle de la

masse même de ces marbres; car les coquilles et les débris des madrépores répandus dans cette masse, ayant été dissous par l'intermède de l'eau, ont laissé dans plusieurs endroits de ces marbres des cavités qui n'ont conservé que le contour de leur figure, et l'on voit que ces petites cavités ont été ensuite remplies par une matière blanche ou colorée, qui forme des taches d'une figure semblable à celle de ces corps marins dont elle a pris la place; et lorsque cette matière est blanche, elle est de la même nature que celle du marbre blanc; ce qui semble indiquer que le marbre blanc lui-même est de seconde formation, et a été, comme les albâtres, produit par la stillation des eaux. Cette présomption se confirme lorsque l'on considère qu'il ne se trouve jamais d'impressions de coquilles ni d'autres corps marins dans le marbre blanc, et que dans ses carrières on ne remarque point les fentes perpendiculaires ni même les délits horizontaux qui séparent et divisent par bancs et par blocs les autres carrières de pierres calcaires ou de marbres d'ancienne formation : on voit seulement sur ce marbre blanc de très-petites gerçures qui ne sont ni régulières ni suivies; l'on en tire des blocs d'un très-grand volume et de telle épaisseur que l'on veut, tandis que, dans les marbres d'ancienne formation, les blocs ne peuvent avoir que l'épaisseur du banc dont on les tire, et la longueur qui se trouve entre chacune des fentes perpendiculaires qui traversent ce banc. L'inspection même de la substance du marbre blanc, et les grains spathiques que l'on aperçoit à sa cassure, semblent démontrer qu'il a été formé par la stillation des eaux; et l'on observe de plus que, lorsqu'on le taille, il obéit au marteau dans tous les sens, soit qu'on l'entame horizontalement ou verticalement, au lieu que, dans les marbres d'ancienne formation, le sens horizontal est celui dans lequel on les travaille plus facilement que dans tout autre sens.

Les marbres anciens sont donc composés :

1° Des débris de pierres dures ou de marbres encore plus anciens et réduits en plus ou moins petit volume. Dans les brèches, ce sont des morceaux très-distincts, et qui ont depuis quelques lignes jusqu'à quelques pouces de diamètre. Ceux que les nomenclateurs ont appelés *marbres oolithes*, qui sont composés de petits graviers arrondis, semblables à des œufs de poissons, peuvent être mis au rang des brèches, ainsi que les *poudingues calcaires*, composés de gros graviers arrondis.

2° D'un ciment pierreux, ordinairement coloré, qui lie ces morceaux dans les brèches, et réunit les parties coquilleuses avec les graviers dans les autres marbres. Ce ciment, qui fait le fonds de tous les marbres, n'est qu'une matière pierreuse anciennement réduite en poudre, et qui avoit acquis son dernier degré de pétrification avant de se réunir, ou qui l'a pris depuis par la susception du liquide pétrifiant.

Mais les marbres de seconde formation ne contiennent ni galets ni graviers arrondis, et ne présentent aucune impression de coquilles; ils sont, comme nous l'avons dit, uniquement composés de molécules pierreuses, charriées et déposées par la stillation des eaux, et dès lors ils sont plus uniformes dans leur texture et moins variés dans leur composition; ils ont ordinairement le grain plus fin et des couleurs plus brillantes que les premiers marbres, desquels néanmoins ils tirent leur origine : on peut en donner des exemples dans tous les marbres antiques et modernes; ceux auxquels on donne le nom d'*antiques* ne sont plus connus que par les monumens où ils ont été employés; car les carrières dont ils ont été tirés sont perdues, tandis que ceux qu'on appelle *marbres modernes* se tirent encore actuellement des carrières qui nous sont connues. Le *cipollin*, parmi ces marbres antiques, et le *sérancolin*, parmi les marbres modernes, sont tous deux de seconde formation; le jaune et le vert antiques et modernes, les marbres blancs et noirs, tous ceux, en un mot, qui sont nets et purs, qui ne contiennent point de galets ni de productions marines dont la figure soit apparente, et qui ne sont, comme l'albâtre, composés que de molécules pierreuses très-petites et disposées d'une manière uniforme, doivent être regardés comme des marbres de seconde formation, parmi lesquels il y en a, comme les marbres blancs de Carrare, de Paros, etc., auxquels on a donné, mal à propos, le nom de *marbres salins*, uniquement à cause qu'ils offrent à leur cassure, et quelquefois à leur surface, de petits cristaux spathiques en forme de grains de sel; ce qui a fait dire à quelques observateurs superficiels [1] que ces marbres contenoient une grande quantité de sels.

1. Le docteur Targioni Tozzetti rapporte très-sérieusement une observation de Leeuwenhoeck, qui prétend avoir découvert dans l'albâtre une très-grande quantité de sel; d'où ce docteur italien conjecture que la plus grande partie de la pâte blanche qui compose l'albâtre est une espèce de sel

En général, tout ce que nous avons dit des pierres calcaires anciennes et modernes doit s'appliquer aux marbres; la nature a employé les mêmes moyens pour les former : elle a d'abord accumulé et superposé les débris des madrépores et des coquilles; elle en a brisé, réduit en poudre la plus grande quantité; elle a déposé le tout par lits horizontaux : et ces matières, réunies par leur force d'affinité, ont pris un premier degré de consistance qui s'est bientôt augmenté dans les lits inférieurs par l'infiltration du suc pétrifiant qui n'a cessé de découler des lits supérieurs; les pierres les plus dures et les marbres se sont, par cette cause, trouvés au dessous des autres bancs de pierre : plus il y a eu d'épaisseur de pierre au dessus de ce banc inférieur, plus la matiere en est devenue dense; et lorsque le suc pétrifiant, qui en a rempli les pores, s'est trouvé fortement imprégné des couleurs du fer ou d'autres minéraux, il a donné les mêmes couleurs à la masse entière de ce dernier banc. On peut aisément reconnoître et bien voir ces couleurs dans la carrière même ou sur des blocs bruts; en les mouillant avec de l'eau, elle fait sortir ces couleurs et leur donne, pour le moment, autant de lustre que le poli le plus achevé.

Il n'y a que peu de marbres, du moins en grand volume, qui soient d'une seule couleur; les plus beaux marbres blancs ou noirs sont les seuls que l'on puisse citer, et encore sont-ils souvent tachés de gris et de brun : tous les autres sont de plusieurs couleurs, et l'on peut même dire que toutes les couleurs se trouvent dans les marbres; car on en connoît des rouges et rougeâtres, des orangés, des jaunes et jaunâtres, des verts et verdâtres, des bleuâtres plus ou moins foncés, et des violets. Ces deux dernières couleurs sont les plus rares; mais cependant elles se voient dans la *brèche violette* et dans le marbre appelé *bleu turquin;* et du mélange de ces diverses couleurs il résulte une infinité de nuances différentes dans les marbres gris, isabelles, blanchâtres, bruns ou noirâtres. Dans le grand nombre d'échantillons qui composent la collection des marbres du Cabinet du Roi, il s'en trouve plusieurs de deux, trois, et quatre couleurs, et quelques-uns de cinq et six. Ainsi les marbres sont plus variés que les albâtres, dans lesquels je n'ai jamais vu du bleu ni du vert.

On peut augmenter par l'art la vivacité et l'intensité des couleurs que les marbres ont reçues de la nature; il suffit pour cela de les chauffer : le rouge deviendra d'un rouge plus vif ou plus foncé, et le jaune se changera en orangé ou en petit rouge. Il faut un certain degré de feu pour opérer ce changement, qui se fait en les polissant à chaud; et ces nouvelles nuances de couleur, acquises par un moyen si simple, ne laissent pas d'être permanentes, et ne s'altèrent ni ne changent par le refroidissement ni par le temps : elles sont durables parce qu'elles sont profondes, et que la masse entière du marbre prend, par cette grande chaleur, ce surcroît de couleur qu'elle conserve toujours.

Dans tous les marbres on doit distinguer la partie du fond, qui d'ordinaire est de couleur uniforme, d'avec les autres parties, qui sont par taches ou par veines, souvent de couleurs différentes; les veines traversent le fond, et sont rarement coupées par d'autres veines, parce qu'elles sont d'une formation plus nouvelle que le fond, et qu'elles n'ont fait que remplir les fentes occasionées par le dessèchement de cette matière du fond. Il en est de même des taches : mais elles ne sont guère traversées d'autres taches, sinon par quelques filets d'herborisations qui sont d'une formation encore plus récente que celle des veines et des taches; et l'on doit remarquer que toutes les taches sont irrégulièrement terminées et comme frangées à leur circonférence, tandis que les veines sont au contraire sans dentelures ni franges, et nettement tranchées des deux côtés dans leur longueur.

Il arrive souvent que dans la même carrière, et quelquefois dans le même bloc, on trouve des morceaux de couleurs différentes, et des taches ou des veines situées différemment; mais, pour l'ordinaire, les marbres d'une contrée se ressemblent plus entre eux qu'à ceux des contrées éloignées, et cela leur est commun avec les autres pierres calcaires, qui sont d'une texture et d'un grain différent dans les différents pays.

Au reste, il y a des marbres dans presque tous les pays du monde; et dès qu'on y voit des pierres calcaires, on peut espérer de trouver des marbres au dessous. Dans la seule province de Bourgogne, qui n'est pas renommée pour ses marbres comme le Languedoc ou la Flandre, M. Guettard en

fossile qui, venant à être rongé par les injures de l'air ou par l'eau, laisse à découvert les cristallisations en forme d'aiguilles. « Il y a toujours, dit-il, dans les albâtres une grande quantité de sel; on le voit tout-à-fait ressemblant à celui de la mer, dans certains morceaux que je garde dans mon cabinet. »

compte cinquante-quatre variétés; mais nous devons observer que, quoiqu'il y ait de vrais marbres dans ces cinquante-quatre variétés, le plus grand nombre mérite à peine ce nom; leur couleur terne, leur grain grossier, leur poli sans éclat, doivent les faire rejeter de la liste des beaux marbres, et ranger parmi ces pierres dures qui font la nuance entre la pierre et le marbre [1].

Plusieurs de ces marbres sont d'ailleurs sujets à un grand défaut; ils sont *terrasseux*, c'est-à-dire parsemés de plus ou moins grandes cavités remplies d'une matière terreuse qui ne peut recevoir le poli. Les ouvriers ont coutume de pallier ce défaut en remplissant d'un mastic dur ces cavités ou terrasses : mais le remède est peut-être pire que le mal; car ce mastic s'use au frottement et se fond à la chaleur du feu : il n'est pas rare de le voir couleur par gouttes contre les bandes et les consoles des cheminées.

Comme les marbres sont plus durs et plus denses que la plupart des autres pierres calcaires, il faut un plus grand degré de chaleur pour les convertir en chaux; mais aussi cette chaux de marbre est bien meilleure, plus grasse, et plus tenace que la chaux de pierre commune : on prétend que les Romains n'employoient pour les bâtimens publics que de la chaux de marbre, et que c'est ce qui donnoit une si grande consistance à leur mortier, qui devenoit, avec le temps, plus dur que la pierre.

Il y a des marbres revêches dont le travail est tres-difficile : les ouvriers les appellent *marbres fiers*, parce qu'ils résistent trop aux outils, et qu'ils ne leur cèdent qu'en éclatant; il y en a d'autres qui, quoique beaucoup moins durs, s'égrènent au lieu de s'éclater. D'autres, en grand nombre, sont, comme nous l'avons dit, parsemés de cavités ou *terrasses*, d'autres sont traversés par un très-grand nombre de fils d'un spath tendre, et les ouvriers les appellent *marbres filandreux*.

Au reste, toutes les fois que l'on voit des morceaux de vingt à trente pieds de longueur et au dessus, soit en pierre calcaire, soit en marbre, on doit être assuré que ces pierres ou ces marbres sont de seconde formation; car dans les bancs de marbres anciens, et qui ont été formés et déposés par le transport des eaux de la mer, on ne peut tirer que des blocs d'un bien moindre volume. Les pierres qui forment le fronton de la façade du Louvre, la colonne de marbre qui est auprès de Moret, et toutes les autres longues pièces de marbre ou de pierre employées dans les grands édifices et dans les monumens, sont toutes de nouvelle formation.

On ne sera peut-être pas fâché de trouver ici l'indication des principaux lieux, soit en France, soit ailleurs, où l'on trouve des marbres distingués; on verra, par leur énumération, qu'il y en a dans toutes les parties du monde.

Dans le pays de Hainaut, le marbre de Barbançon est noir veiné de blanc, et celui de Rance est rouge sale, mêlé de taches et de veines grises et blanches.

Celui de Givet, que l'on tire près Charlemont, sur les frontières du Luxembourg, est noir veiné de blanc, comme celui de Barbançon; mais il est plus net et plus agréable à l'œil.

On tire de Picardie le marbre de Boulogne, qui est une espèce de brocatelle, dont les taches sont fort grandes et mêlées de quelques filets rouges.

Un autre marbre, qui tient encore de la brocatelle, se tire de la province de Champagne; il est taché de gris, comme s'il étoit parsemé d'yeux de perdrix. Il y a encore, dans cette même province, des marbres nuancés de blanc et de jaunâtre.

Le marbre de Caen en Normandie est d'un rouge entremêlé de veines et de taches blanches : on en trouve de semblables près de Cannes en Languedoc.

Depuis quelques années on a découvert dans le Poitou, auprès de la Bonardeliere, une carrière de fort beaux marbres; il y en a de deux sortes : l'un est d'un assez beau rouge foncé, agréablement coupé et varié par une infinité de taches de toutes sortes de formes, qui sont d'un jaune pâle; l'autre, au contraire, est uniforme dans sa couleur; les blocs en sont gris ou jaunes, sans aucun mélange ni taches.

Dans le pays d'Aunis, M. Peluchon a trouvé, à deux lieues de Saint-Jean-d'Angely, un marbre coquillier, qu'il compare, pour la beauté, aux beaux marbres coquilliers d'Italie : il est en couches dans sa carrière, et il se présente en blocs ou en plateaux de quatre à cinq pieds en carré. Il est composé, comme les lumachelles, d'une infinité de petits coquillages. Il y en a du jaunâtre et du gris, et tous deux reçoivent un très-beau poli.

Dans le Languedoc, on trouve aussi di-

1. J'ai fait exploiter pendant vingt ans la carrière de marbre de Montbard, et ce que je dis des autres marbres de Bourgogne est d'après mes propres observations.

verses sortes de marbres, qui méritent d'être employés à l'ornement des édifices par la beauté et la variété de leurs couleurs; on en tire une fort grande quantité auprès de la ville de Cannes, diocèse de Narbonne : il y en a d'incarnat ou d'un rouge pâle, marqués de veines et de taches blanches; d'autres qui sont d'un bleu turquin; et dans ces marbres turquins il y en a qui sont mouchetés d'un gris clair.

Il y a aussi, dans les environs de Cannes, une autre sorte de marbre que l'on appelle *griote*, parce que sa couleur approche beaucoup de celle des cerises de ce nom; il est d'un rouge foncé, mêlé de blanc sale. Un autre marbre du même pays est appelé *cervelas*, parce qu'il a des taches blanches sur un fond rougeâtre.

En Provence, le marbre de la Sainte-Baume est renommé : il est taché de rouge, de blanc, et de jaune; il approche de celui que l'on appelle *brocatelle d'Italie* : ce marbre est un des plus beaux qu'il y ait en France.

En Auvergne, il se trouve du marbre rougeâtre mêlé de gris, de jaune, et de vert.

En Gascogne, le marbre sérancolin, dans le *val d'Aure*, ou *vallée d'Aure*, est d'un rouge de sang, ordinairement mêlé de gris et de jaune; mais il s'y trouve aussi des parties spathiques et transparentes. Ses carrières, qui étoient de seconde formation, et dont on a tiré des blocs d'un très-grand volume, sont actuellement épuisées.

Près de Comminges, dans la même province de Gascogne, on trouve à Saint-Bertrand un marbre verdâtre, mêlé de taches rouges et de quelques taches blanches.

Le marbre *Campan* vient aussi de Gascogne : on le tire près de Tarbes. Il est mêlé plus ou moins de blanc, de rouge, de vert, et d'isabelle. Le plus commun de tous est celui qu'on appelle *vert-campan*, qui, sur un beau vert, n'est mêlé que de blanc. Tous ces marbres sont de seconde formation, et on en a tiré d'assez grands blocs pour en faire des colonnes.

Maintenant, si nous passons aux pays étrangers, nous trouvons qu'il y a dans le Groenland, sur les bords de la mer, beaucoup de marbres de toutes sortes de couleurs; mais la plupart sont noirs et blancs, parsemés de veines spathiques : le rivage est aussi couvert de quartiers informes de marbre rouge avec des veines blanches, vertes, et d'autres couleurs.

En Suède et en Angleterre, il y a de même des marbres dont la plupart varient par leurs couleurs.

En Allemagne, on en trouve aux environs de Saltzbourg et de Lintz différentes variétés : les uns sont d'un rouge lie de vin; d'autres sont olivâtres, veinés de blanc; d'autres rouges et rougeâtres, avec des veines blanches; et d'autres sont d'un blanc pâle, veiné de noirâtre. Il y en a quelques-uns à Bareith, ainsi qu'en Saxe et en Silésie, dont on peut faire des statues; et on tire des environs de Brême du marbre jaune, taché de blanc.

A Altorf, près de Nuremberg, on a découvert depuis peu une sorte de marbre remarquable par la quantité de bélemnites et de cornes d'ammon qu'il contient. Sa carrière est située dans un endroit bas et aquatique : la couche en est horizontale, et n'a que dix-huit à dix-neuf pouces d'épaisseur; elle est recouverte par dix-huit pieds de terre, et se prolonge sous les collines sans changer de direction : elle est divisée par une infinité de fentes perpendiculaires, qui ne sont éloignées l'une de l'autre que de trois, quatre, et cinq pieds, et ces fentes se multiplient d'autant plus que la couche de marbre s'éloigne davantage des terrains humides; ce qui fait qu'on ne peut pas obtenir de grands blocs de ce marbre. Sa couleur, lorsqu'il est brut, paroît être d'un gris d'ardoise; mais le poli lui donne une couleur verte, mêlée de gris brun, qui est agréablement relevée par les différentes figures que le mélange des coquilles y a dessinées.

Le pays de Liége et la Flandre fournissent des marbres plus ou moins beaux et plus ou moins variés dans leurs couleurs. On en tire de plusieurs sortes aux environs de Dinant : l'une est d'un noir très pur et très-beau; une autre est aussi d'un très-beau noir, mais rayée de quelques veines blanches; une troisième est d'un rouge pâle avec de grandes plaques et quelques veines blanches; une quatrième est de couleur grisâtre et blanche, mêlée d'un rouge couleur de sang; et une cinquième, qui vient aussi de Liége, est d'un noir pur, et reçoit un beau poli.

On tire, aux environs de Namur, un marbre qui est aussi noir que ce dernier marbre de Liége; mais il est traversé par quelques filets gris.

Dans le pays des Grisons, il se trouve à Puschiavio plusieurs sortes de marbres : l'un est de couleur incarnate; un autre, qui se tire sur le mont Jule, est très-rouge; un autre, qui est de couleur blanche, forme un grand rocher auprès de Sanada : il y a

un autre marbre à Tirano, qui est entièrement noir.

A Valmara, dans la Valteline, il y a du marbre rouge, mais en petites masses et seulement propre à faire des mortiers à piler.

Dans le Valais, on trouve, près des sources du Rhin, du marbre noir veiné de blanc.

Le canton de Glaris a aussi des marbres noirs veinés de blanc : on en tire de semblable auprès de Guppenberg, de Schwanden, et de Psefers, où il se trouve un autre marbre qui est de couleur grise-brune, parsemée de lentilles striées et convexes des deux côtés.

Le canton de Zurich fournit du marbre noir veiné de blanc, qui se tire à Vendenchwil : un autre, qui est aussi de couleur noire, mais rayé ou veiné de jaune, se trouve à Albisrieden.

Le canton de Berne renferme aussi différentes sortes de marbres : il y en a dont le fond est couleur de chair à Scheuznach; et tout auprès de ce marbre couleur de chair, on en voit du noir. Entre Aigle et Olon, on tire encore du marbre noir. A Spiez, le marbre noir est veiné de blanc, et à Grindelwald, il est entièrement noir.

Les marbres d'Italie sont en fort grand nombre et ont plus de réputation que tous les autres marbres de l'Europe : celui de Carrare, qui est blanc, se tire vers les côtes de Gênes, et en blocs de telle grandeur que l'on veut, son grain est cristallin, et peut être comparé, pour sa blancheur, à l'ancien marbre de Paros.

Le marbre de *Saravezza*, qui se trouve dans les mêmes montagnes que celui de Carrare, est d'un grain encore plus fin que ce dernier : on y voit aussi un marbre rouge et blanc, dont les taches blanches et rouges sont quelquefois tellement distinctes les unes des autres, que ce marbre ressemble à une brèche, et qu'on peut lui donner le nom de *brocatelle;* mais il se trouve de temps en temps une teinte de noirâtre mélangée dans ce marbre. Sa carrière est en masse presque continue comme celui de Carrare, et comme celle de tous les autres marbres cristallins blancs, ou d'autres couleurs, qui se trouvent dans le Siennois et dans le territoire de Gênes : tous sont disposés en très-grandes masses, dans lesquelles on ne voit aucun indice de coquilles, mais seulement quelques crevasses qui sont remplies par une cristallisation de spath calcaire. Ainsi il ne paroît pas douteux que tous ces marbres ne soient de seconde formation.

Les environs de Carrare fournissent aussi deux sortes de marbres verts : l'une, que l'on nomme improprement *vert d'Égypte*, est d'un vert foncé, avec quelques taches de blanc et de gris de lin; l'autre, que l'on nomme *vert de mer*, est d'une couleur plus claire, mêlée de veines blanches.

On trouve encore un marbre sur les côtes de Gênes, dont la couleur est d'un gris d'ardoise mêlée de blanc sale; mais ce marbre est sujet à se tacher et à se jaunir après avoir reçu le poli.

On tire encore sur le territoire de Gênes le marbre *porto-venere*, ou *porte-cuivre*, dont la couleur est noire, veinée de jaune, et qui est moins estimé lorsqu'il est veiné de blanchâtre.

Le marbre de *Margore*, qui se tire du Milanez, est fort dur et assez commun; sa couleur est un gris d'ardoise mêlé de quelques veines brunes ou couleur de fer.

Dans l'île d'Elbe, on trouve à Sainte-Catherine une carrière abondante de marbre blanc veiné de vert-noirâtre.

Le beau marbre de Sicile est d'un rouge-brun, mêlé de blanc et isabelle; ces couleurs sont très-vives et disposées par taches carrées et longues.

Tous les marbres précédens sont modernes ou nouvellement connus; les carrières de ceux que l'on appelle *antiques* sont aujourd'hui perdues, comme nous l'avons dit, et réellement perdues à jamais, parce qu'elles ont été épuisées, ainsi que la matière qui les formoit : on ne compte que treize ou quatorze variétés de ces marbres antiques, dont nous ne ferons pas l'énumération, parce qu'on peut se passer de décrire dans une histoire naturelle générale les détails des objets particuliers qui ne se trouvent plus dans la nature.

Le marbre blanc de Paros est le plus fameux de tous ces marbres antiques; c'est celui que les grands artistes de la Grèce ont employé pour faire ces belles statues que nous admirons encore aujourd'hui, non seulement par la perfection de l'ouvrage, mais encore par sa conservation depuis plus de vingt siècles : ce marbre s'est trouvé dans les îles de Paros, de Naxos, et de Tinos. Il a le grain plus gros que celui de Carrare, et il est mêlé d'une grande quantité de petits cristaux de spath; ce qui fait qu'il s'égrène aisément en le travaillant; et c'est ce même spath qui lui donne un degré de transparence presque aussi grande que celle de l'albâtre, auquel il ressemble encore par son peu de dureté : ce marbre est donc évi-

demment de seconde formation. On le tire encore aujourd'hui des grandes grottes ou cavernes qui se trouvent sous la montagne que les anciens ont nommée *Marpesia.* Pline dit qu'ils donnoient à ce marbre l'épithète de *lychnites*, parce que les ouvriers le travailloient sous terre à la lumière de flambeaux. Dapper, dans sa *Description des îles de l'Archipel*, rapporte que dans cette montagne *Marpesia* il y a des cavernes extraordinairement profondes, où la lumière du jour ne peut pénétrer, et que le grand-seigneur, ainsi que les grands de la Porte, n'emploient pas d'autre marbre que celui qu'on en tire, pour décorer leurs plus somptueux bâtimens.

Il y a dans l'île de *Thasos,* aujourd'hui *Tasso*, quelques montagnes dont les rochers sont d'un marbre fort blanc, et d'autres rochers d'un marbre tacheté et parsemé de veines d'un beau jaune. Ce marbre étoit en grande estime chez les Romains, comme il l'est encore dans tous les pays voisins de cette île.

En Espagne, comme en Italie et en Grèce, il y a des collines et même des montagnes entières de marbre blanc. On en tire aussi dans les Pyrénées, du côté de Bayonne, qui est semblable au marbre de Carrare, à l'exception de son grain, qui est plus gros, et qui lui donne beaucoup plus de rapport au marbre blanc de Paros : mais il est encore plus tendre que ce dernier, et sa couleur blanche est sujette à prendre une teinte jaunâtre. Il se trouve aussi dans les mêmes montagnes un autre marbre d'un vert brun, taché de rouge.

M. Bowles donne, dans les termes suivans, la description de la montagne de *Filabres*, près d'Almeria, qui est tout entière de marbre blanc : « Pour se former, dit-il, une juste idée de cette montagne, il faut se figurer un bloc ou une pièce de marbre blanc d'une lieue de circuit, et de deux mille pieds de hauteur, sans aucun mélange d'autres pierres ni terres ; le sommet est presque plat, et on découvre en différens endroits le marbre, sans que les vents, les eaux, ni les autres agens qui décomposent les rochers les plus durs, y fassent la moindre impression. . . Il y a un côté de cette montagne coupé presque à-plomb, et qui, depuis le vallon, paroît comme une énorme muraille de plus de mille pieds de hauteur, toute d'une seule pièce solide de marbre, avec si peu de fentes, et si petites, que la plus grande n'a pas six pieds de long, ni plus d'une ligne de large. »

On trouve, aux environs de Molina, du marbre couleur de chair et blanc; et à un quart de lieue du même endroit il y a une colline de marbre rougeâtre, jaune, et blanc, qui a le grain comme le marbre de Carrare.

La carrière de marbre de Naquera, à trois lieues de Valence, n'est pas en masses épaisses; ce marbre est d'un rouge obscur, orné de veines capillaires noires qui lui donnent une grande beauté. Quoiqu'on le tire à fleur de terre, et que ses couches ne soient pas profondes, il est assez dur pour en faire des tables épaisses et solides, qui reçoivent un beau poli.

On trouve à Guipuscoa en Navarre, et dans la province de Barcelone, un marbre semblable au sérancolin.

En Asie, il y a certainement encore beaucoup plus de marbres qu'en Europe : mais ils sont peu connus; et peut-être la plupart ne sont pas découverts. Le docteur Shaw parle du marbre herborisé du mont Sinaï, et du marbre rougeâtre qui se tire aux environs de la mer Rouge. Chardin assure qu'il y a de plusieurs sortes de marbres en Perse, du blanc, du noir, du rouge, et du marbré de blanc et de rouge.

A la Chine, disent les voyageurs, le marbre est si commun, que plusieurs ponts en sont bâtis; on y voit aussi nombre d'édifices où le marbre blanc est employé, et c'est surtout dans la province de *Schang-Tung* qu'on en trouve en quantité : mais on prétend que les Chinois n'ont pas les arts nécessaires pour travailler le marbre aussi parfaitement qu'on le fait en Europe. Il se trouve, à douze ou quinze lieues de Pékin, des carrières de marbre blanc, dont on tire des masses d'une grandeur énorme, et dont on voit de très-hautes et de très-grosses colonnes dans quelques cours du palais de l'empereur.

Il y a aussi à Siam, selon La Loubère, une carrière de beau marbre blanc; et comme ce marbre blanc est plus remarquable que les marbres de couleurs, les voyageurs n'ont guère parlé de ces derniers qui doivent être encore plus communs dans les pays qu'ils ont parcourus. Ils en ont reconnu quelques-uns en Afrique, et le marbre africain étoit très-estimé des Romains; mais le docteur Shaw, qui a visité les côtes d'Alger, de Tunis, et de l'ancienne Carthage en observateur exact, et qui a recherché les carrières de ces anciens marbres, assure qu'elles sont entièrement perdues, et que le plus beau marbre qu'il ait pu trouver dans tout le pays n'étoit qu'une pierre assez semblable

à la pierre de Lewington en Angleterre. Cependant Marmol parle d'un marbre blanc qui se trouve dans la montagne d'Hentèle, l'une des plus hautes de l'Atlas ; et l'on voit dans la ville de Maroc de grands piliers et des bassins d'un marbre blanc fort fin dont les carrières sont voisines de cette ville.

Dans le Nouveau-Monde on trouve aussi du marbre en plusieurs endroits. M. Guettard parle d'un marbre blanc et rouge qui se tire près du *portage talon* de la *petite rivière* au Canada, et qui prend un très-beau poli, quoiqu'il soit parsemé d'un grand nombre de points de plomb qui pourroient faire prendre ce marbre pour une mine de plomb.

Plusieurs voyageurs ont parlé des marbres du diocèse de La Paz au Pérou, dont il y a des carrières de diverses couleurs. Alphonse Barba cite le pays d'*Atacama*, et dit qu'on y trouve des marbres de diverses couleurs et d'un grand éclat. « Dans la ville impériale de Potosi, il y avoit, dit-il, un grand morceau de ce marbre taillé en forme de table de six palmes et six doigts de longueur, cinq palmes et six doigts de large, et deux doigts d'épaisseur. Ce grand morceau représentoit une espèce de treillage ou jalousie, formé d'un beau mélange de couleurs très-vives en rouge clair, brun, noir, jaune, vert, et blanc.... A une lieue des mines de *Verenguela* il y a d'autres marbres qui ne sont pas inférieurs à ceux d'Atacama pour le lustre, sans avoir néanmoins les mêmes variétés de couleurs ; car ils sont blancs et transparens en quelques endroits comme l'albâtre. »

A la vue de cette énumération que nous venons de faire de tous les marbres des différens pays, on pourroit croire que, dans la nature, les marbres de seconde formation sont bien plus communs que les autres, parce qu'à peine s'en trouve-t-il deux ou trois dans lesquels il soit dit qu'on ait vu des impressions de coquilles; mais ce silence sur les marbres de première formation ne vient que de ce qu'ils ont été moins recherchés que les seconds, parce que ceux-ci sont en effet plus beaux, d'un grain plus fin, de couleurs plus décidées, et qu'ils peuvent se tirer en volume bien plus grand et se travailler plus aisément. Ces avantages ont fait que, dans tous les temps, on s'est attaché à exploiter ces carrières de seconde formation de préférence à celles des premiers marbres, dont les bancs horizontaux sont toujours surmontés de plusieurs autres bancs de pierre qu'il faut fouiller et débiter auparavant, tandis que la plupart des marbres de seconde formation se trouvent, comme les albâtres, ou dans des cavernes souterraines ou dans des lieux découverts et plus bas que ceux où sont situés les anciens marbres; car quand il se trouve des marbres de seconde formation jusqu'au dessus des collines, comme dans l'exemple de la montagne de marbre blanc cité par M. Bowles, il faut seulement en conclure que jadis ce sommet de colline n'étoit que le fond d'une caverne dans laquelle ce marbre s'est formé, et que l'ancien sommet étoit plus élevé et recouvert de plusieurs bancs de pierre ou de marbre qui ont été détruits après la formation du nouveau marbre. Nous avons cité un exemple à peu près pareil, au sujet des bancs de pierres calcaires dures qui se trouvent quelquefois au sommet des collines [1].

Dans les marbres anciens il n'y a que de la matière pierreuse en masse continue ou en morceaux séparés, avec du spath en veines ou en cristaux et des impressions de coquilles; ils ne contiennent d'autres substances hétérogènes que celles qui leur ont donné des couleurs, ce qui ne fait qu'une quantité infiniment petite relativement à celle de leur masse; en sorte qu'on peut regarder ces premiers marbres, quoique colorés, comme entièrement composés de matières calcaires : aussi donnent-ils de la chaux qui est ordinairement grise, et qui, quoique colorée, est aussi bonne et même meilleure que celle de la pierre commune. Mais dans les marbres de seconde formation il y a souvent plus ou moins de mélange d'argile ou de terre limoneuse avec la matière calcaire [2]. On reconnoîtra, par l'é-

1. Voyez ci-devant l'article de la *Pierre calcaire.*

2. Les veines vertes qui se rencontrent dans le marbre Campan sont dues, selon M. Bayen, à une matière schisteuse. Il en est de même de celles qui se trouvent dans le marbre cipollin; et, par les expériences qu'il a faites sur ce dernier marbre, il a reconnu que les veines blanches contenoient aussi une petite portion de quartz.

La matière verte d'un autre morceau de cipollin, soumise à l'expérience étoit une sorte de mica qui, selon M. Daubenton, étoit le vrai *talcite.*

Un morceau de vert antique, soumis de même à l'expérience, a fourni une matière talqueuse.

Un échantillon de marbre rouge appelé *griotte* a fourni à M. Bayen du schiste couleur de lie de vin.

Un échantillon envoyé d'Autun, sous le nom de *marbre noir antique*, avoit de la disposition à se séparer par couches, et son grain n'avoit aucun rapport avec celui des marbres proprement dits : M. Bayen a reconnu que ce marbre répandoit une forte odeur bitumineuse, et qu'il seroit bien placé avec les bitumes, ou du moins avec les schistes bitumineux.

preuve de la calcination, la quantité plus ou moins grande de ces deux substances hétérogènes; car si les marbres contiennent seulement autant d'argile qu'en contient la marne, ils ne feront que de la mauvaise chaux, et s'ils sont composés de plus d'argile, de limon, de lave, ou d'autres substances vitreuses, que de matière calcaire, ils ne se convertiront point en chaux, ils résisteront à l'action des acides; et, n'étant marbres qu'en partie, on doit, comme je l'ai dit, les rejeter de la liste des vrais marbres, et les placer dans celle des pierres mi-parties et composées de substances différentes.

Or l'on ne doit pas être étonné qu'il se trouve de ces mélanges dans les marbres de seconde formation. A la vérité, ceux qui auront été produits précisément de la même matiere que les albâtres, dans des cavernes uniquement surmontées de pierres calcaires ou de marbres, ne contiendront de même que des substances pierreuses et spathiques, et ne différeront des albâtres qu'en ce qu'ils seront plus denses et plus uniformément remplis de ces mêmes sucs pierreux : mais ceux qui se seront formés soit au dessous des collines d'argile surmontées de rochers calcaires, soit dans des cavités au dessus desquelles il se trouve des matières mélangées, des marnes, des tuffeaux, des pierres argileuses, des grès, ou bien des laves et d'autres matieres volcaniques, seront tous également mêlés de ces différentes matières; car ici la nature passe, non pas par degrés et nuances d'une même matiere, mais par doses différentes de mélange, du marbre et de la pierre calcaire la plus pure à la pierre argileuse et au schiste.

Mais, en renvoyant à un article particulier les pierres mi-parties et composées de matière vitreuse et de substance calcaire, nous pouvons joindre aux marbres brèches une grande partie des pierres appelées *poudingues*, qui sont formées de morceaux arrondis et liés ensemble par un ciment qui, comme dans les marbres brèches, fait le fonds de ces sortes de pierres. Lorsque les morceaux arrondis sont de marbre ou de pierre calcaire, et que le ciment est de cette même nature, il n'est pas douteux que ces poudingues entièrement calcaires ne soient des espèces de marbres breches; car ils n'en different que par quelques caracteres accidentels, comme de ne se trouver qu'en plus petits volumes et en masses assez irrégulieres, d'être plus ou moins durs ou susceptibles de poli, d'être moins homogenes dans leur composition, etc.; mais, étant au reste formés de même et entièrement composés de matiere calcaire, on ne doit pas les séparer des marbres brèches, pourvu toutefois qu'ils aient à un certain degré la qualité qu'on exige de tous les marbres, c'est-à-dire qu'ils soient susceptibles de poli.

Il n'en est pas de même des poudingues dont les morceaux arrondis sont de la nature du silex ou du caillou, et dont le ciment est en même temps de matiere vitreuse, tels que les cailloux de Rennes et d'Angleterre; ces poudingues sont, comme l'on voit, d'un autre genre, et doivent être réunis aux cailloux en petites masses, et souvent ils ne sont que des débris du quartz, du jaspe, et du porphyre.

Nous avons dit que toutes les pierres arrondies et roulées par les eaux du Rhône, que M. de Réaumur prenoit pour de vrais cailloux, ne sont que des morceaux de pierre calcaire : je m'en suis assuré non seulement par mes propres observations, mais encore par celles de plusieurs de mes correspondans. M. de Morveau, savant physicien, et mon très-digne ami, m'écrit, au sujet de ces prétendus cailloux, dans les termes suivans : « J'ai observé, dit-il, que ces cailloux gris noirs, veinés d'un beau blanc, si communs aux bords du Rhône, qu'on a regardés comme de vrais cailloux, ne sont que des pierres calcaires roulées et arrondies par le frottement, qui toutes me paroissent venir de Millery en Suisse, seul endroit que je connoisse où il y ait une carriere analogue; de sorte que les masses de ces pierres, qui couvrent plus de quarante lieues de pays, sont des preuves non équivoques d'un immense transport par les eaux [1]. » Il est certain que des eaux aussi rapides que celles du Rhône peuvent transporter d'assez grosses masses de pierres à de tres-grandes distances; mais l'origine de ces pierres arrondies me paroît bien plus ancienne que l'action du courant des fleuves et des rivieres, puisqu'il y a des montagnes presque entièrement composées de ces pierres arrondies, qui n'ont pu y être accumulées que par les eaux de la mer : nous en avons déjà donné quelques exemples. M. Guettard rapporte « qu'entre Saint-Chaumont en Lyonnois et Rives-de-Gier les rochers sont entierement composés de *cailloux* roulés... que les lits des montagnes ne sont faits eux-mêmes que de ces amas

1. Lettre de M. de Morveau à M. de Buffon, datée de Bourg-en-Bresse, le 22 septembre 1778.

de cailloux entassés... que le chemin qui est au bas des montagnes est également rempli de ces cailloux roulés..... qu'on en retrouve après Bourgnais; qu'on n'y voit que de ces pierres dans les chemins, de même que dans les campagnes voisines et dans les coupes des fossés..... qu'ils ressemblent à ceux qui sont roulés par le Rhône..... que des coupes de montagnes assez hautes, telles que celles qui sont à la porte de Lyon, en font voir abondamment; qu'ils sont au dessous d'un lit qu'on prendroit pour un sable marneux..... que le chemin qui conduit de Lyon à Saint-Germain est également rempli de ces cailloux; qu'avant d'arriver à Fontaine on passe une montagne qui en est composée; que ces cailloux sont de la grosseur d'une noix, d'un melon, et de plusieurs autres dimensions entre ces deux-ci; qu'on en voit des masses qui forment de mauvais poudingues..... que ces cailloux roulés se voient aussi le long du chemin qui est sur le bord de la Saône; que les montagnes en sont presque entièrement formées, et qu'elles renferment des poudingues semblables à ceux qui sont de l'autre côté de la rivière. »

M. de La Galissonnière, cité par M. Guettard, dit « qu'en sortant de Lyon, à la droite du Rhône, on rencontre des poudingues; qu'on trouve dans quelques endroits du Languedoc de ces mêmes pierres; que tous les bords du Rhône en Dauphiné en sont garnis, et même à une très-grande élévation au dessus de son lit, et que tout le terrain est rempli de ces cailloux roulés, mais qui me paroissent, ajoute M. de La Galissonnière, plutôt des pierres noires calcaires que de vrais cailloux ou silex : ils forment dans plusieurs endroits des poudingues. Le plus grand nombre sont noirs : mais il y en a aussi de jaunes, de rougeâtres, et très-peu de blancs. »

M. Guettard fait encore mention de plusieurs autres endroits où il a vu de ces cailloux roulés, et des poudingues formés, par leur assemblage, en assez grosses masses.

« Après avoir passé Luzarches et la Morlaix on monte, dit-il, une montagne dont les pierres sont blanches, calcaires, remplies de pierres *numismales*, de peignes, et de différentes autres coquilles mal conservées, et d'un si grand nombre de cailloux roulés, petits et de moyenne grosseur, qu'on pourroit regarder ces rochers comme des poudingues coquilliers. En suivant cette grande route, on retrouve les cailloux roulés à Creil, à Fitz-James, et dans un endroit appelé *la Folie*. Ils ne diffèrent pas essentiellement de ceux qui se présentent dans les cantons précédens, ni par leur grosseur, ni par leur couleur, qui est communément noirâtre. Cette couche noire est celle que j'ai principalement remarquée dans les cailloux roulés que j'ai observés parmi les sables de deux endroits bien éloignés de ces derniers. Ces sables sont entre Andreville et Épernon. »

Les cailloux roulés qui se trouvent dans les plaines de la Crau d'Arles sont aussi des pierres calcaires de couleur bleuâtre. On voit même sur les bords et dans le lit de la rivière Necker, près de Cronstadt en Allemagne, des masses considérables de poudingues formés de morceaux calcaires, arrondis, blancs, gris, roussâtres, etc. Il se trouve des masses semblables de ces galets réunis sur les montagnes voisines, et jusqu'à leur sommet, d'où ils sont sans doute roulés dans les plaines et dans le lit des rivières.

On peut regarder le marbre appelé *brèche antique* comme un poudingue calcaire, composé de gros morceaux arrondis bien distincts, les uns blancs, bleus, rouges, et les autres noirs; ce qui rend cette brèche très-belle par ses variétés de couleurs. La brèche d'Alep est de même composée, comme la brèche antique, de morceaux arrondis, dont la couleur est isabelle. La brèche de Saravezze ou Saravèche présente des morceaux arrondis d'un bien plus grand diamètre, dont la plupart tirent sur la couleur violette, et dont les autres sont blancs ou jaunâtres. Dans la brèche violette commune il y a des morceaux arrondis assez gros, et d'autres bien plus petits; la plupart sont blancs, et les autres d'un violet foible.

Tous les poudingues calcaires sont donc des espèces de brèches, et on ne les en auroit pas séparés si d'ordinaire ils ne se fussent pas trouvés différens des brèches par leur ciment, qui est moins dur et qui ne peut recevoir le poli. Il ne manque donc à ces poudingues calcaires qu'un degré de pétrification de plus pour être entièrement semblables aux plus beaux marbres brèches, de la même manière que dans les poudingues composés de vrais cailloux vitreux arrondis il ne manque qu'un degré de pétrification dans leur ciment pour en faire des matières aussi dures que les porphyres ou les jaspes.

DU PLATRE ET DU GYPSE.

Le plâtre et le gypse sont des matières calcaires, mais imprégnées d'une assez grande quantité d'acide vitriolique pour que ce même acide, et même tous les autres, n'y fassent plus d'impression. Cet acide vitriolique est seul dans le gypse; mais il est combiné dans le plâtre avec d'autres acides : et, pour que les noms ne fassent pas ici confusion, j'avertis que j'appelle *gypse* ce que les nomenclateurs ont nommé *sélénite*, par le rapport très-éloigné qu'ont les reflets de la lumiere sur le gypse avec la lumière de la lune.

Ces deux substances, le gypse et le plâtre, qui sont au fond les mêmes, ne sont jamais bien dures; souvent elles sont friables, et toujours elles se calcinent à un degré de chaleur moindre que celui du feu nécessaire pour convertir la pierre calcaire en chaux. On les broie après la calcination; et, en les détrempant alors avec de l'eau, on en fait une pâte ductile qui reçoit toutes sortes de formes, qui sèche en assez peu de temps, se durcit en se séchant, et prend une consistance aussi ferme que celle des pierres tendres ou de la craie dure.

Le gypse et le plâtre calcinés forment, comme la chaux vive, une espèce de crème à la surface de l'eau; et l'on observe que, quoiqu'ils refusent de s'unir avec les acides, ils s'imbibent facilement de toutes les substances grasses. Pline dit que cette dernière propriété des gypses étoit si bien connue, qu'on s'en servoit pour dégraisser les laines. C'est aussi en polissant les plâtres à l'huile qu'on leur donne un lustre presque aussi brillant que celui d'un beau marbre.

L'acide qui domine dans tous les plâtres est l'acide vitriolique; et si cet acide étoit seul dans toutes ces matières, comme il l'est dans le gypse, on seroit en droit de dire que le gypse et le plâtre ne sont absolument qu'une seule et même chose : mais l'on verra par quelques expériences rapportées ci-après que le plâtre contient non seulement de l'acide vitriolique, mais aussi des acides nitreux et marins, et que par conséquent on ne doit pas regarder le gypse et le plâtre comme des substances dont l'essence soit absolument la même. Je ne fais cette réflexion qu'en conséquence de ce que nos chimistes disent, « que le plâtre ou gypse n'est qu'un sel vitriolique à base de terre calcaire, c'est-à-dire une vraie sélénite. » Il me semble qu'on peut donc distinguer l'un de l'autre en disant que le gypse n'est en effet imprégné que de l'acide vitriolique, tandis que le plâtre contient non seulement l'acide vitriolique avec la base calcaire, mais encore une portion d'acides nitreux et marins. D'ailleurs le prétendu gypse fait artificiellement en mêlant de l'acide vitriolique avec une terre calcaire ne ressemble pas assez au gypse ou au plâtre produit par la nature, pour qu'on puisse dire que c'est une seule et même chose. M. Pott avoue même que ces deux produis de l'art et de la nature ont des différences sensibles; mais, avant de prononcer affirmativement sur le nombre et la qualité des élémens dont le plâtre est composé après la calcination, il faut d'abord le voir et l'examiner dans son état de nature.

Les plâtres sont disposés, comme les pierres calcaires, par lits horizontaux; mais tout concourt à prouver que leur formation est postérieure à celle de ces pierres. 1° Les masses ou couches de plâtre surmontent généralement les bancs calcaires, et n'en sont jamais surmontées; ces plâtres ne sont recouverts que de couches plus ou moins épaisses d'argile ou de marne amoncelées et souvent mélangées de terre limoneuse. 2° La substance du plâtre n'est évidemment qu'une poudre détachée des masses calcaires anciennes, puisque le plâtre ne contient point de coquilles, et qu'on y trouve, comme nous le verrons, des ossemens d'animaux terrestres; ce qui suppose une formation postérieure à celle des bancs calcaires. 3° Cette épaisseur d'argile dont on voit encore la plupart des carrières de plâtre surmontées semble être la source d'où l'acide a découlé pour imprégner les plâtres; en sorte que la formation des masses plâtreuses paroît tenir à la circonstance de ces dépôts d'argile rapportés sur les débris des matières calcaires, telles que les craies, qui dès lors ont reçu par stillation les acides, et surtout l'acide vitriolique, plus abondant qu'aucun autre dans les argiles; ce qui n'empêche pas que, lors de sa formation, le plâ-

tre n'ait aussi reçu d'autres principes salins dont l'eau de la mer étoit imprégnée; et c'est en quoi le plâtre diffère du gypse, dans lequel l'acide vitriolique est seul combiné avec la terre calcaire.

Mais, de quelque part que viennent les acides contenus dans le plâtre, il est certain que le fonds de sa substance n'est qu'une poussière calcaire qui ne diffère de la craie qu'en ce qu'elle est fortement imprégnée de ces mêmes acides; et ce mélange d'acides dans la matière calcaire suffit pour en changer la nature, et pour donner aux stalactites qui se forment dans le plâtre des propriétés et des formes toutes différentes de celles des spaths et autres concrétions calcaires. Les parties intégrantes du gypse, vues à la loupe, paroissent être tantôt des prismes engrenés les uns dans les autres, tantôt de longues lames avec des fibres uniformes en filamens allongés, comme dans l'alun de plume, auquel l'acide donne aussi cette forme, mais dans une matière bien différente, puisque la base de l'alun est argileuse, au lieu que celle de tout plâtre est calcaire.

La plupart des auteurs ont employé sans distinction le nom de *gypse* et celui de *plâtre* pour signifier la même chose: mais, pour éviter une seconde confusion de noms, nous n'appellerons *plâtre* que celui qui est opaque, et que l'on trouve en grands bancs comme la pierre calcaire, d'autant que le nom de *gypse* n'est connu ni dans le commerce ni par les ouvriers, qui nomment *plâtre* toute matière gypseuse et opaque; nous n'appliquerons donc le nom de *gypse* qu'à ce que l'on appeloit *sélénite*, c'est-à-dire à ces morceaux transparens, et toujours de figure régulière, que l'on trouve dans toutes les carrières plâtreuses.

Le plâtre ressemble, dans son état de nature, à la pierre calcaire tendre; il est de même opaque et si friable, qu'il ne peut recevoir le moindre poli. Le gypse, au contraire, est transparent dans toute son épaisseur; sa surface est luisante et colorée de jaunâtre, de verdâtre, et quelquefois elle est d'un blanc clair. Les dénominations de *pierre spéculaire* ou de *miroir d'âne*, que le vulgaire, avec quelques autres nomenclateurs, ont données à cette matière cristallisée, n'étant fondées que sur des rapports équivoques ou ridicules, nous préférons avec raison le nom de *gypse;* car le talc, aussi bien que le gypse, pourroit être appelé *pierre spéculaire*, puisque tous deux sont transparens, et la dénomination de *miroir à âne*, ou *miroir d'âne*, n'aurait jamais dû sortir de la plume de nos docteurs.

Le gypse est transparent, et s'exfolie, comme le talc, en lames étendues et minces; il perd de même sa transparence au feu: mais il en diffère même à l'extérieur, en ce que le talc est plus doux et comme onctueux au toucher: il en diffère aussi par sa cassure spathique et chatoyante; il est calcinable, et le talc ne l'est pas: le plus petit degré de feu rend opaque le gypse le plus transparent, et il prend, par la calcination, plus de blancheur que l'autre plâtre.

De quelque forme que soient les gypses, ce sont toujours des stalactites du plâtre qu'on peut comparer aux spaths des matières calcaires. Ces stalactites gypseuses sont composées ou de grandes lames appliquées les unes contre les autres, ou de simples filets posés verticalement les uns sur les autres, ou enfin de grains à facettes irrégulières, réunis latéralement les uns auprès des autres; mais toutes ces stalactites gypseuses sont transparentes, et par conséquent plus pures que les stalactites communes de la pierre calcaire [1]: et quand je réduis à ces trois formes de lames, de filets, et de grains, les cristallisations gypseuses, c'est seulement parce qu'elles se trouvent le plus communément; car je ne prétends pas exclure les autres formes qui ont été ou qui seront remarquées par les observateurs, puisqu'ils trouveront en ce genre, comme je l'ai moi-même observé dans les spaths calcaires, des variétés presque innombrables dans la figure de ces cristallisations, et qu'en général la forme

1. M. Sage, savant chimiste de l'Académie des Sciences, distingue neuf espèces de matières plâtreuses: 1° la terre gypseuse, blanche et friable comme la craie, et qui n'en diffère qu'en ce qu'elle ne fait point effervescence avec les acides; 2° l'albâtre gypseux, qui est susceptible de poli, et qui est ordinairement demi transparent; 3° la pierre à plâtre, qui n'est point susceptible de poli; 4° le gypse ou sélénite cunéiforme, appelé aussi *pierre spéculaire*, *miroir d'âne*, et vulgairement *talc de Montmartre;* 5° le gypse ou sélénite rhomboïdale, dont il a trouvé des morceaux dans une argile rouge et grise de la montagne de Saint-Germain-en-Laye; 6° le gypse ou sélénite prismatique décaèdre, dont il a vu des morceaux dans l'argile noire de Picardie; 7° la sélénite basaltine en prismes hexaèdres dans une argile grise de Montmartre; 8° le gypse ou sélénite lenticulaire, dont les cristaux sont opaques ou demi transparens, et forment des groupes composés de petites masses orbiculaires renflées dans le milieu, amincies vers les bords; 9° enfin le gypse ou sélénite striée, composée de fibres blanches, opaques, et parallèles, ordinairement brillantes et satinées: on la trouve en Franche-Comté, à la Chine, en Sibérie, et on lui donne communément le nom de *gypse de la Chine*.

de cristallisation n'est pas un caractère constant, mais plus équivoque et plus variable qu'aucun autre des caractères par lesquels on doit distinguer les minéraux.

Nous pensons qu'on peut réduire à trois classes principales les stalactites transparentes de tous les genres : 1° les cristaux quartzeux ou cristaux de roche, qui sont les stalactites du genre vitreux, et sont en même temps les plus dures et les plus diaphanes; 2° les spaths, qui sont les stalactites des matières calcaires, et qui ne sont pas, à beaucoup près, aussi dures que les cristaux vitreux; 3° les gypses, qui sont les stalactites des matières plâtreuses, et qui sont les plus tendres de toutes. Le degré de feu qui est nécessaire pour faire perdre la transparence à toutes ces stalactites paroît proportionnel à leur dureté : il ne faut qu'une chaleur très-médiocre pour blanchir le gypse et le rendre opaque; il en faut une plus grande pour blanchir le spath et le réduire en chaux; et enfin le feu le plus violent de nos fourneaux ne fait que très-peu d'impression sur le cristal de roche, et ne le rend pas opaque. Or la transparence provient en partie de l'homogénéité de toutes les parties constituantes du corps transparent; et sa dureté dépend du rapprochement de ces mêmes parties, et de leur cohésion plus ou moins grande : selon que ces parties intégrantes seront elles-mêmes plus solides, et à mesure qu'elles seront plus rapprochées les unes des autres par la force de leur affinité, le corps transparent sera plus dur. Il n'est donc pas nécessaire d'imaginer, comme l'ont fait les chimistes, une *eau de cristallisation*, et de dire que cette eau produit la cohésion et la transparence, et que la chaleur la faisant évaporer, le corps transparent devient opaque, et perd sa cohérence par cette *soustraction* de son eau de cristallisation : il suffit de penser que, la chaleur dilatant tous les corps, un feu médiocre suffit pour briser les foibles liens des corps tendres, et qu'avec un feu plus puissant on vient à bout de séparer les parties intégrantes des corps les plus durs; qu'enfin ces parties séparées et tirées hors de leur sphère d'affinité ne pouvant plus se réunir, le corps transparent est pour ainsi dire désorganisé, et perd sa transparence, parce que toutes ses parties sont alors situées d'une manière différente de ce qu'elles étoient auparavant.

Il y a des plâtres de plusieurs couleurs. Le plâtre le plus blanc est aussi le plus pur, et celui qu'on emploie le plus communément dans les enduits pour couvrir le plâtre gris, qui feroit un mauvais effet à l'œil, et qui est ordinairement plus grossier que le blanc. On connoît aussi des plâtres rougeâtres, jaunatres, ou variés de ces couleurs; elles sont toutes produites par les matieres ferrugineuses et minérales dont l'eau se charge en passant à travers les couches de la terre végétale; mais ces couleurs ne sont pas dans les plâtres aussi fixes que dans les marbres; au lieu de devenir plus foncées et plus intenses par l'action du feu, comme il arrive dans les marbres chauffés, elles s'effacent au contraire dans les plâtres au même degré de chaleur, en sorte que tous les plâtres après la calcination sont dénués de couleurs, et paroissent seulement plus ou moins blancs. Si l'on expose à l'action du feu le gypse composé de grandes lames minces, on voit ces lames se désunir et se séparer les unes des autres; on les voit en même temps blanchir et perdre toute leur transparence. Il en est de même du gypse en filets ou en grains; la différente figure de ces stalactites gypseuses n'en change ni la nature ni les propriétés.

Les bancs de plâtre ont été, comme ceux des pierres calcaires, déposés par les eaux en couches parallèles, séparées par lits horizontaux; mais, en se desséchant, il s'est formé dans tout l'intérieur de leur masse un nombre infini de fentes perpendiculaires qui la divisent en colonnes à plusieurs pans. M. Desmarest a observé cette figuration dans les bancs de plâtre à Montmartre; ils sont entièrement composés de prismes posés verticalement les uns contre les autres, et ce savant académicien les compare aux prismes de basalte, et croit que c'est par la retraite de la matière que cette figuration a été produite; mais je pense au contraire, comme je l'ai déjà dit, que toute matière ramollie par le feu ou par l'eau ne peut prendre cette figuration, en se desséchant, que par son renflement et non par sa retraite, et que ce n'est que par la compression réciproque que ces prismes peuvent s'être formés et appliqués verticalement les uns contre les autres. Les basaltes se renflent par l'action du feu qu'ils contiennent, et l'on sait que le plâtre en se séchant, au lieu de faire retraite, prend de l'extension; et c'est par cette extension de volume et par ce renflement réciproque et forcé que les différentes parties de sa masse prennent cette figure prismatique à plus ou moins de faces, suivant la résistance plus ou moins grande de la matière environnante.

Le plâtre semble différer de toutes les au-

tres matières par la propriété qu'il a de prendre très-promptement de la solidité, après avoir été calciné, réduit en poudre, et détrempé avec de l'eau; il acquiert même tout aussi promptement, et sans addition d'aucun sable ni ciment, un degré de dureté égal à celui du meilleur mortier fait de sable et de chaux : il prend corps de lui-même, et devient aussi solide que la craie la plus dure ou la pierre tendre; il se moule parfaitement, parce qu'il se renfle en se desséchant : enfin il peut recevoir une sorte de poli qui, sans être brillant, ne laisse pas d'avoir un certain lustre.

La grande quantité d'acides dont la matière calcaire est imprégnée dans tous les plâtres, et même saturée, ne fait en somme qu'une très-petite addition de substance; car elle n'augmente sensiblement ni le volume ni la masse de cette même matière calcaire : le poids du plâtre est à peu près égal à celui de la pierre blanche dont on fait de la chaux; mais ces dernières pierres perdent plus du tiers et quelquefois moitié de leur pesanteur en se convertissant en chaux, au lieu que le plâtre ne perd qu'environ un quart par la calcination[1]. De même il faut une quantité plus que double d'eau pour fondre une quantité donnée de chaux, tandis qu'il ne faut qu'une quantité égale

1. J'ai mis dans le foyer d'une forge un morceau de plâtre du poids de deux livres, et, après lui avoir fait éprouver une chaleur de la plus grande violence pendant l'espace de près de huit heures, lorsque je l'en ai tiré il ne pesoit plus que vingt-quatre onces trois gros : il m'a paru qu'il avoit beaucoup diminué de volume; sa couleur étoit devenue jaunâtre; il étoit beaucoup plus dur qu'auparavant, surtout à sa surface; il n'avoit ni odeur ni goût, et l'eau-forte n'y a fait aucune impression. Après l'avoir broyé avec peine, je l'ai détrempé dans une suffisante quantité d'eau; mais il ne s'en est pas plus imbibé que si c'eût été du verre en poudre, et il n'a acquis ensuite ni dureté ni cohésion. J'ai répété encore cette expérience de la manière suivante : J'ai fait calciner un morceau de plâtre dans un fourneau à chaux, et au degré de chaleur nécessaire pour la calcination de la pierre; après l'avoir retiré du fourneau, j'ai observé que sa superficie s'étoit durcie, et étoit devenue jaunâtre; mais ce qui m'a surpris, c'est que ce plâtre exhaloit une odeur de soufre extrêmement pénétrante; l'ayant cassé, je l'ai trouvé plus tendre à l'intérieur que lorsqu'il a été cuit à la manière ordinaire, et, au lieu d'être blanc, il étoit d'un bleu clair. J'ai remis encore une partie de ce morceau de plâtre dans un fourneau de la même espèce : sa superficie y a acquis beaucoup plus de dureté : l'intérieur étoit aussi beaucoup plus dur qu'auparavant; le feu avoit enlevé sa couleur bleue, et l'odeur du soufre se faisoit sentir beaucoup moins : celui qui n'avoit éprouvé que la première calcination s'est réduit facilement en poudre; l'autre, au contraire, étoit parsemé de grains très-durs, qu'il falloit casser à coups de marteau. Ayant détrempé ces deux morceaux de plâtre pulvérisés dans de l'eau pour essayer d'en former une pâte, le premier a exhalé une odeur de soufre si forte et si pénétrante que j'avois peine à la supporter; mais je ne me suis pas aperçu que le mélange de l'eau ait rendu l'odeur du second plus sensible; et ils n'ont acquis l'un et l'autre, en se desséchant, ni dureté ni cohésion.

J'ai fait calciner un autre morceau de plâtre du poids d'environ trois livres, au degré de chaleur qu'on fait ordinairement éprouver à cette pierre lorsqu'on veut l'employer : après avoir broyé ce plâtre, je l'ai détrempé dans douze pintes d'eau de fontaine, que j'ai fait bouillir pendant l'espace de deux heures dans des vaisseaux de terre vernissés : j'ai versé ensuite l'eau par inclination dans d'autres vaisseaux; et, après l'avoir filtrée, j'ai continué de la faire évaporer par ébullition : pendant l'évaporation, sa superficie s'est couverte d'une pellicule formée de petites concrétions gypseuses, qui se précipitoient au fond du vaisseau lorsqu'elles avoient acquis un certain volume. La liqueur étant réduite à la quantité d'une bouteille, j'en ai séparé ces concrétions gypseuses qui pesoient environ une once, et qui étoient blanches et demi transparentes; en ayant mis sur des charbons allumés, loin d'y acquérir une plus grande blancheur, comme il seroit arrivé au plâtre cru, elles y sont devenues presque aussitôt brunes. J'ai filtré la liqueur, qui étoit alors d'un jaune clair et d'un goût un peu lixiviel; et, l'ayant fait évaporer au feu de sable dans un grand boeal, il s'y est encore formé des concrétions gypseuses : lorsque la liqueur a été réduite à la quantité d'un verre, sa couleur m'a paru plus foncée; et, l'ayant goûtée, j'y ai démêlé une saveur acide et néanmoins salée; je l'ai filtrée avant qu'elle ait été refroidie, et l'ayant mise dans un lieu frais, j'ai trouvé, le lendemain, au fond du vaisseau, trente-six grains de nitre bien cristallisé, formé en aiguilles ou petites colonnes à six faces, qui s'est enflammé sur les charbons en fulminant comme le nitre le plus pur : j'ai fait ensuite évaporer, pendant quelques instans, le peu de liqueur qui me restoit, et j'en ai encore retiré la même quantité de matière saline, d'une espèce différente, à la vérité, de la première; car c'étoit du sel marin, sans aucun mélange d'autres sels, qui étoient cristallisés en cubes, mais dont la face attachée au vaisseau avoit la forme du sommet d'une pyramide dont l'extrémité auroit été coupée : le reste de la liqueur s'est ensuite épaissi, et il ne s'y est formé aucuns cristaux salins.

J'ai fait calciner dans un fourneau à chaux un autre morceau de plâtre : il pesoit, après l'avoir calciné, dix onces; sa superficie étoit devenue très-dure, et il exhaloit une forte odeur de soufre; l'ayant cassé, l'intérieur s'est trouvé très-blanc, mais cependant parsemé de taches et de veines bleues, et l'odeur sulfureuse étoit encore plus pénétrante au dedans qu'au dehors. Après l'avoir broyé, j'ai versé quelques gouttes d'eau-forte sur une pincée de ce plâtre, et il a été sur-le-champ dissous avec beaucoup d'effervescence, quoique les esprits acides soient sans action sur le plâtre cru, et sur celui qui n'a éprouvé qu'une chaleur modérée; j'en ai ensuite détrempé une once avec de l'eau : mais ce mélange ne s'est point échauffé d'une manière sensible, comme il seroit arrivé à la chaux; cependant il s'en est élevé des vapeurs sulfureuses extrêmement pénétrantes : ce plâtre a été long-

d'eau pour détremper le plâtre calciné, c'est-à-dire plus de deux livres d'eau pour une livre de chaux vive, et une livre d'eau seulement pour une livre de plâtre calciné.

Une propriété commune à ces deux matières, c'est-à-dire à la chaux et au plâtre calciné, c'est que toutes deux exposées à l'air, après la calcination, tombent en poussière et perdent la plus utile de leurs propriétés : on ne peut plus les employer dans cet état. La chaux, lorsqu'elle est ainsi décomposée par l'humidité de l'air, ne fait plus d'ébullition dans l'eau, et ne s'y détrempe ou délaie que comme la craie ; elle n'acquiert ensuite aucune consistance par le dessèchement, et ne peut pas même reprendre par une seconde calcination les qualités de la chaux vive : et de même le plâtre en poudre ne se durcit plus lorsqu'il a été éventé, c'est-à-dire abandonné trop long-temps aux injures de l'air.

La chaux fondue n'acquiert pas à la longue, ni jamais par le simple dessèchement, le même degré de consistance que le plâtre prend en très-peu de temps après avoir été comme la pierre calcaire, calciné par le feu et détrempé dans l'eau. Cette différence vient en grande partie de la manière dont on opère sur ces deux matières. Pour fondre la chaux, on la noie d'une grande quantité d'eau qu'elle saisit avidement; dès lors elle fermente, s'échauffe, et bout en exhalant une odeur forte et lixivielle. On détrempe le plâtre calciné avec une bien moindre quantité d'eau ; il s'échauffe aussi, mais beaucoup moins, et il répand une odeur désagréable qui approche de celle du foie de soufre. Il se dégage donc de la pierre à chaux, comme de la pierre à plâtre, beaucoup d'air fixe, et quelques substances volatiles, pyriteuses, bitumineuses, et salines, qui servent de liens à leurs parties constituantes, puisqu'étant enlevées par l'action du feu leur cohérence est en grande partie détruite : et ne doit-on pas attribuer à ces mêmes substances volatiles fixées par l'eau la cause de la consistance que reprennent le plâtre et les mortiers de chaux ? En jetant de l'eau sur la chaux, on fixe les molécules volatiles auxquelles ses parties solides sont unies : tant que dure l'effervescence, ces molécules volatiles font effort pour s'échapper ; mais lorsque toute effervescence a cessé, et que la chaux est entièrement saturée d'eau, on peut la conserver pendant plusieurs années, et même pendant des siècles, sans qu'elle se dénature, sans même qu'elle subisse aucune altération sensibie. Or c'est dans cet état que l'on emploie le plus communément la chaux pour en faire du mortier ; elle est donc imbibée d'une si grande quantité d'eau, qu'elle ne peut acquérir de la consistance qu'en perdant une partie de cette eau par la sécheresse des sables avec lesquels on la mêle ; il faut même un très-long temps pour que ce mortier se sèche et se durcisse en perdant par une lente évaporation toute son eau superflue ; mais comme il ne faut au contraire qu'une petite quantité d'eau pour détremper le plâtre, et que s'il en étoit noyé comme la pierre à chaux il ne se sècheroit ni ne durciroit pas plus tôt que le mortier, on saisit, pour l'employer, le moment où l'effervescence est encore sensible ; et quoique cette

temps à se sécher, et il n'a acquis ni dureté ni adhésion.

On sait, en général, que les corps qui sont imprégnés d'une grande quantité de sels et de soufre sont ordinairement très-durs : telles sont les pyrites vitrioliques, et plusieurs autres concrétions minérales. On observe, de plus, que certains sels ont la propriété de s'imbiber d'une quantité d'eau très-considérable, et de faire paroître les liquides sous une forme sèche et solide. Si on fait dissoudre dans une quantité d'eau suffisante une livre de sel de Glauber, qu'on aura fait sécher auparavant à la chaleur du feu ou aux rayons du soleil, jusqu'à ce qu'il soit réduit en une poudre blanche, on retirera de cette dissolution environ trois livres de sel bien cristallisé ; ce qui prouve que l'eau qu'il peut absorber est en proportion double de son poids : il se peut donc faire que la petite quantité de sel que le plâtre contient contribue en quelque chose à sa cohésion ; mais je suis persuadé que c'est principalement au soufre auquel il est uni qu'on doit attribuer la cause du prompt dessèchement et de la dureté qu'il acquiert, après avoir éprouvé l'effervescence, en comparaison de celle qu'acquiert la chaux vive jetée dans l'eau. Cette effervescence est cependant assez semblable et très réelle, puisqu'il y a un mouvement intestin, chaleur sensible, et augmentation de volume : or toute effervescence occasionne une raréfaction et même une génération d'air ; et c'est par cette raison que le plâtre se renfle et qu'il pousse en tous sens, même après qu'il a été mis en œuvre : mais cet air produit par l'effervescence est bientôt absorbé et fixé de nouveau dans les substances qui abondent en soufre. En effet, selon M Hales (*Statistique des végétaux*, expér. CIII), le soufre absorbe l'air, non seulement lorsqu'il brûle, mais même lorsque les matières où il se trouve incorporé fermentent : il donne pour exemple des mèches faites de charpie de vieux linges trempés dans du soufre fondu et ensuite enflammé, qui absorbèrent cent quatre-vingt-dix-huit pouces cubiques d'air. On sait d'ailleurs que cet air ainsi fixé, et qui a perdu son ressort, attire avec autant de force qu'il repousse dans son état d'élasticité : on peut donc croire que le ressort de l'air contenu dans le plâtre ayant été détruit, durant l'effervescence, par le soufre auquel il est uni, les parties constituantes de ce mixte s'attirent alors mutuellement, et se rapprochent assez pour lui donner la dureté et la densité que nous lui voyons prendre en aussi peu de temps. (*Note communiquée par M. Nadault.*)

effervescence soit bien plus foible que celle de la chaux bouillante, cependant elle n'est pas sans chaleur, et même cette chaleur dure pendant une heure ou deux : c'est alors que le plâtre exhale la plus grande partie de son odeur. Pris dans cet état et disposé par la main de l'ouvrier, le plâtre commence par se renfler, parce que ses parties spongieuses continuent de se gonfler de l'eau dans laquelle il a été détrempé; mais, peu de temps après, il se durcit par un dessèchement entier. Ainsi l'effet de sa prompte cohésion dépend beaucoup de l'état où il se trouve au moment qu'on l'emploie; la preuve en est que le mortier fait avec de la chaux vive se sèche et se durcit presque aussi promptement que le plâtre gâché, parce que la chaux est prise alors dans le même état d'effervescence que le plâtre. Cependant ce n'est qu'avec beaucoup de temps que ces mortiers faits avec la chaux, soit vive, soit éteinte, prennent leur entière solidité, au lieu que le plâtre prend toute la sienne dès le premier jour. Enfin cet endurcissement du plâtre, comme le dit très-bien M. Macquer, « peut venir du mélange de celles de ses parties qui ont pris un caractère de *chaux vive*, pendant la calcination, avec celles qui n'ont pas pris un semblable caractère et qui servent de ciment. » Mais ce savant chimiste ajoute que cela peut venir aussi de ce que le plâtre reprend *l'eau de sa cristallisation, et se cristallise de nouveau précipitamment et confusément.* La première cause me paroît si simple et si vraie, que je suis surpris de l'alternative d'une seconde cause, dont on ne connoît pas même l'existence : car cette eau de cristallisation n'est, comme le phlogistique, qu'un être de méthode, et non de la nature.

Les plâtres n'étant que des craies ou des poudres de pierres calcaires imprégnées et saturées d'acides, on trouve assez souvent des couches minces de plâtre entre les lits d'argile, comme l'on y trouve aussi de petites couches de pyrites et de pierres calcaires. Toutes ces petites couches sont de nouvelle formation, et proviennent également du dépôt de l'infiltration des eaux. Comme l'argile contient des pyrites et des acides, et qu'en même temps la terre végétale qui la couvre est mêlée de sables calcaires et de parties ferrugineuses, l'eau se charge de toutes ces particules calcaires, pyriteuses, acides, et ferrugineuses, et les dépose ou séparément ou confusément entre les joints horizontaux et les petites fentes verticales des bancs ou lits d'argile. Lorsque l'eau n'est chargée que des molécules de sable calcaire pur, son sédiment forme une concrétion calcaire tendre, ou bien une pierre semblable à toutes les autres pierres de seconde formation; mais quand l'eau se trouve à la fois chargée d'acides et de molécules calcaires, son sédiment sera du plâtre. Et ce n'est ordinairement qu'à une certaine profondeur dans l'argile que ces couches minces de plâtre sont situées, au lieu qu'on trouve les petites couches de pierres calcaires entre les premiers lits d'argile. Les pyrites se forment de même, soit dans la terre végétale, soit dans l'argile, par la substance du feu fixe réunie à la terre ferrugineuse et à l'acide. Au reste, M. Pott a eu tort de douter que le plâtre fût une matière calcaire, puisqu'il n'a rien de commun avec les matières argileuses que l'acide qu'il contient, et que sa base, ou, pour mieux dire, sa substance est entièrement calcaire, tandis que celle de l'argile est vitreuse.

Et de même que les sables vitreux se sont plus ou moins imprégnés des acides et du bitume des eaux de la mer en se convertissant en argile, les sables calcaires, par leur long séjour sous ces mêmes eaux, ont dû s'imprégner de ces mêmes acides, et former des plâtres, principalement dans les endroits où la mer étoit le plus chargée de sels : aussi les collines de plâtre, quoique toutes disposées par lits horizontaux, comme celles des pierres calcaires, ne forment pas des chaînes étendues, et ne se trouvent qu'en quelques endroits particuliers; il y a même d'assez grandes contrées où il ne s'en trouve point du tout.

Les bancs des carrières à plâtre, quoique superposés horizontalement, ne suivent pas la loi progressive de dureté et de densité qui s'observe dans les bancs calcaires; ceux de plâtre sont même souvent séparés par des lits interposés de marne, de limon, de glaise, et chaque banc plâtreux est pour ainsi dire de différente qualité, suivant la proportion de l'acide mêlé dans la substance calcaire. Il y a aussi beaucoup de plâtres imparfaits, parce que la matière calcaire est très-souvent mêlée avec quelque autre terre, en sorte qu'on trouve assez communément un banc de très-bon plâtre entre deux bancs de plâtre impur et mélangé.

Au reste, le plâtre cru le plus blanc ne l'est jamais autant que le plâtre calciné, et tous les gypses ou stalactites de plâtre, quoique transparens, sont toujours un peu colorés, et ne deviennent tres-blancs que par la calcination; cependant l'on trouve en

quelques endroits le gypse d'un blanc transparent dont nous avons parlé, et auquel on a donné improprement le nom d'*albâtre*.

Le gypse est le plâtre le plus pur, comme le spath est aussi la pierre calcaire la plus pure : tous deux sont des extraits de ces matières, et le gypse est peut-être le plus abondant proportionnellement dans les bancs plâtreux que le spath ne l'est dans les bancs calcaires; car on trouve souvent entre les lits de pierre à plâtre des couches de quelques pouces d'épaisseur de ce même gypse transparent et de figure régulière. Les fentes perpendiculaires ou inclinées, qui séparent de distance à autre les blocs des bancs de plâtre, sont aussi incrustées et quelquefois entièrement remplies de gypse transparent et formées de filets allongés; et il paroît en général qu'il y a beaucoup moins de stalactites opaques dans les plâtres que dans les pierres calcaires.

Les plâtres colorés, gris, jaunes, ou rougeâtres, sont mélangés de parties minérales : la craie ou la pierre blanche réduite en poudre aura formé les plus beaux plâtres : la marne, qui est composée de poudre de pierre, mais mélangée d'argile ou de terre limoneuse, n'aura pu former qu'un plâtre impur et grossier, plus ou moins coloré suivant la quantité de ces mêmes terres : aussi voit-on dans les carrières plusieurs bancs de plâtres imparfaits, et le bon plâtre se fait souvent chercher bien au dessous des autres.

Les couches de plâtre, comme celles de craie, ne se trouvent pas sous les couches des pierres dures ou des rochers calcaires; et ordinairement les collines à plâtre ne sont composées que de petit gravier calcaire, de tuffeau, qu'on doit regarder comme une poussière de pierre, et enfin de marne, qui n'est aussi que la poudre de pierre mêlée d'un peu de terre. Ce n'est que dans les couches les plus basses de ces collines, et au dessous de tous les plâtres, qu'on trouve quelquefois des bancs calcaires avec des impressions de coquilles marines. Ainsi toutes ces poudres de pierre, soit craie, marne ou tuffeau, ont été déposées par des alluvions postérieures, avec les plâtres, sur les bancs de pierre qui ont été formés les premiers, et la masse entière de la colline plâtreuse porte sur cette pierre ou sur l'argile ancienne et le schiste, qui sont le fondement et la base générale et commune de toutes les matières calcaires et plâtreuses.

Comme le plâtre est une matière très-utile, il est bon de donner une indication des différens lieux qui peuvent en fournir, et où il se trouve par couches d'une certaine étendue, à commencer par la colline de Montmartre à Paris : on en tire des plâtres blancs, gris, rougeâtres, et il s'y trouve une très-grande quantité de gypse, c'est-à-dire des stalactites transparentes et jaunâtres en assez grands morceaux plus ou moins épais, et composés de lames minces appliquées les unes contre les autres. Il y a aussi de bon plâtre à Passy, à Montreuil près de Creteil, à Gagny, et dans plusieurs endroits aux environs de Paris : on en trouve de même à Decize en Nivernois, à Sombernon près de Vitteaux en Bourgogne, où le gypse est blanc et très-transparent. « Dans le village de Charcey, situé à trois lieues au couchant de Châlons-sur-Saône, sur la route de cette ville à Autun, il y a, m'écrit M. Dumorey, des carrières de très-beau plâtre blanc et gris. Ces carrières s'étendent dans une grande partie du territoire; elles sont à peu de profondeur en terre : on les découvre souvent en cultivant les vignes qui couvrent la colline où elles se trouvent; elles sont placées presque au pied du coteau, qui est dominé de toutes parts des montagnes les plus élevées du pays. La surface de tout le coteau n'est pas sous des pentes uniformes; elle est au contraire coupée presque en tous sens par des anciens ravins qui forment dans ce pays un nombre de petits monticules disposés sur la croupe générale de la montagne. Ce plâtre est de la première qualité pour l'intérieur des appartemens, mais moins fort que celui de Montmartre et que celui de Salins en Franche Comté, lorsqu'il est exposé aux injures de l'air [1]. » M. Guettard a donné la description de la carrière à plâtre de Serbeville en Lorraine, près de Lunéville. Dans cette plâtrière les derniers bancs ne portent pas sur l'argile, mais sur un banc de pierres calcaires mêlées de coquilles. Il a aussi parlé de quelques-unes des carrières à plâtre du Dauphiné; et, en dernier lieu, M. Pralon a très-bien décrit celle de Montmartre près Paris.

En Espagne, aux environs de Molina, il y a plusieurs carrières de plâtre; on en voit une colline entière à Dovenno près de Liria, et l'on y voit des bancs de plâtre blanc, gris, et rouge. On trouve aussi du plâtre rouge au sommet d'une montagne calcaire à Albaracin, qui paroît être l'un des lieux les plus élevés de l'Espagne, et il y en a de même près d'Alicante, qui est un des lieux

1. Note communiquée par M. Dumorey, ingénieur en chef de la province de Bourgogne, à M. de Buffon, 22 juillet 1779.

les plus bas, puisque cette ville est située sur les bords de la mer : elle est voisine d'une colline dont les bancs inférieurs sont de plâtre de différentes couleurs.

En Italie, le comte Marsigli a donné la description de la carrière à plâtre de *Saint-Raphael,* aux environs de Bologne, où l'on a fouillé à plus de trois cents pieds de profondeur. On trouve aussi du bon plâtre dans plusieurs provinces de l'Allemagne, et il y en a de très-blanc dans le duché de Wirtemberg.

« Dans quelques endroits de la Pologne, dit M. Guettard, le vrai plâtre n'est pas rare. Celui de Rohatin (starostie de Russie) est entièrement semblable au plâtre des environs de Paris, que l'on appelle *grygnard:* il est composé de morceaux de pierres spéculaires jaunâtres et brillantes, qui affectent une figure triangulaire. Les bancs de cette pierre sont de toutes sortes de largeurs et d'épaisseurs. » On trouve encore du plâtre et du beau gypse aux environs de Bâle en Suisse, dans le pays de Neufchâtel, et dans plusieurs autres endroits de l'Europe.

Il y a de même du plâtre dans l'île de Chypre, et presque dans toutes les provinces de l'Asie ; on en fait des magots à la Chine et aux Indes.

L'on ne peut donc guère douter que cette matière ne se trouve dans toutes les parties du monde, quoiqu'elle se présente seulement dans des lieux particuliers, et toujours dans le voisinage de la pierre calcaire : car le plâtre n'étant composé que de substance calcaire réduite en poudre, il ne peut se trouver que dans les endroits peu éloignés des rochers, dont les eaux auront détaché ces particules calcaires; et comme il contient aussi beaucoup d'acide vitriolique, cette combinaison suppose le voisinage de la terre limoneuse, de l'argile, et des pyrites, en sorte que les matières plâtreuses ne se seront formées, comme nous l'avons dit, que dans les terrains où ces deux circonstances se trouvent réunies.

Quelque hautes que soient certaines collines à plâtre, il n'est pas moins certain que toutes sont d'une formation plus nouvelle que celle des collines calcaires; outre les preuves que nous en avons déjà données, cela peut se démontrer par la composition même de ces éminences plâtreuses : les couches n'en sont pas arrangées comme dans les collines calcaires; quoique posées horizontalement, elles ne suivent guère un ordre régulier; elles sont placées confusément les unes sur les autres, et chacune de ces couches est de matière différente; elles sont souvent surmontées de marne ou d'argile, quelquefois de tuffeau ou de pierres calcaires en débris, et aussi de pyrites, de grès, et de pierre meulière. Une colline à plâtre n'est donc qu'un gros tas de décombres amenés par les eaux dans un ordre assez confus, et dans lequel les lits de poussière calcaire qui ont reçu les acides des lits supérieurs sont les seuls qui se soient convertis en plâtre. Cette formation récente se démontre encore par les ossemens d'animaux terrestres [1] qu'on trouve dans ces couches de plâtre, tandis qu'on n'y a jamais trouvé de coquilles marines; enfin elle se démontre évidemment, parce que, dans cet immense tas de décombres, toutes les matières sont moins dures et moins solides que dans les carrières de pierres anciennes. Ainsi la nature, même dans son désordre, et lorsqu'elle nous paroît n'avoir travaillé que dans la confusion, sait tirer de ce désordre même des effets précieux et former des matieres utiles, telles que le plâtre, avec de la poussière inerte et des acides destructeurs; et comme cette poussière de pierre, lorsqu'elle est fortement imprégnée d'acides, ne prend pas un grand degré de dureté, et que les couches de plâtre sont plus ou moins tendres dans toute leur étendue, soit en longueur ou en largeur, il est arrivé que ces couches, au lieu de se fendre, comme les couches de pierre dure, par le desséchement, de distance en distance sur leur longueur, se sont au contraire fendues dans tous les sens, en se renflant tant en largeur qu'en longueur; et cela doit arriver dans toute matière molle qui se renfle d'abord par le desséchement avant de prendre sa consistance. Cette même matière se divisera par ce renflement en prismes plus ou moins gros et à plus ou moins de faces, selon qu'elle sera plus ou moins tenace dans toutes ses parties. Les couches de pierre, au contraire, ne se renflant point par le desséchement, ne se sont fendues que par leur retraite et de loin en loin, et plus fréquemment sur leur longueur que sur leur largeur, parce que ces matières plus dures avoient trop de consistance, même avant le desséchement, pour se fendre dans ces deux dimensions, et que dès lors les fentes perpendiculaires n'ont pu se faire que par effort sur l'endroit le plus foible, où la matière s'est trouvée un peu moins dure que

1. Nous avons au Cabinet du Roi des mâchoires de cerf, avec leurs dents, trouvées dans les carrières de plâtre de Montmartre près Paris.

le reste de la masse, et qu'enfin le dessèchement seul, c'est-à-dire sans renflement de la matière, ne peut la diviser que très-irrégulièrement, et jamais en prismes ni en aucune autre figure régulière.

DES PIERRES COMPOSÉES DE MATIÈRES VITREUSES ET DE SUBSTANCES CALCAIRES.

Dès que les eaux se furent emparées du premier débris des grandes masses vitreuses, et que la matière calcaire eut commencé à se produire dans leur sein par la génération des coquillages, bientôt ces détrimens vitreux et calcaires furent transportés, et déposés tantôt seuls et purs, et tantôt mélangés et confondus ensemble suivant les différens mouvemens des eaux. Les mélanges qui s'en formèrent alors dûrent être plus ou moins intimes, selon que ces poudres étoient ou plus ténues ou plus grossières, et suivant que la mixtion s'en fit plus ou moins complétement. Les mélanges les plus imparfaits nous sont représentés par la marne, dans laquelle l'argile et la craie sont mêlées sans adhésion, et confondues sans union proprement dite. Une autre mixtion un peu plus intime est celle qui s'est faite par succession de temps, de l'acide des argiles qui s'est déposé sur les bancs calcaires, et, en ayant pénétré l'intérieur, les a transformés en gypse et en plâtre. Mais il y a d'autres matières mixtes où les substances argileuses et calcaires sont encore plus intimement unies et combinées, et qui paroissent appartenir de plus près aux grandes et antiques formations de la nature : telles sont ces pierres qui, avec la forme feuilletée des schistes, et ayant en effet l'argile pour fonds de leur substance, offrent en même temps dans leur texture une figuration spathique semblable à celle de la pierre calcaire, et contiennent réellement des élémens calcaires intimement unis et mêlés avec les parties schisteuses. La première de ces pierres mélangées est celle que les minéralogistes ont désignée sous le nom bizarre de *pierre de corne* [1]. Elle se trouve souvent en grandes masses adossées aux montagnes de granites, ou contiguës aux schistes qui les revêtent et qui forment les montagnes du second ordre. Or cette position semble indiquer l'époque de la formation de ces schistes spathiques, et la placer, ainsi que nous l'avons indiqué, au temps de la production des dernieres argiles et des premières matieres calcaires, qui dûrent en effet être contemporaines; et ce premier mélange des détrimens vitreux et calcaires paroît être le plus intime comme le plus ancien de tous : aussi la combinaison de l'acide des couches argileuses déposées postérieurement sur des bancs calcaires est bien moins parfaite dans la pierre gypseuse, puisqu'elle est bien plus aisément réductible que ne l'est la pierre de corne, qui souffre, sans se calciner, le feu nécessaire pour la fondre. La pierre à plâtre, au contraire, se cuit et se calcine à une médiocre chaleur. On sait de même que de simples lotions, ou un précipité par l'acide, suffisent pour faire la séparation des poudres calcaires et argileuses dans la marne, parce que ces poudres y sont restées dans un état d'incohérence, qu'elles n'y sont pas mêlées intimement, et qu'elles n'ont point subi la combinaison qui leur eût fait prendre la figuration spathique, véritable indice de la lapidification calcaire.

Cette pierre de corne est plus dure que le schiste simple, et en diffère par la quantité plus ou moins grande de matiere calcaire qui fait toujours partie de sa substance. On pourroit donc désigner cette pierre sous un nom moins impropre que celui de *pierre de corne,* et même lui donner une dénomination précise en l'appelant *schiste spathique;* ce qui indiqueroit en même temps

1. Ce nom de pierre de corne (*hornstein*) avoit d'abord été donné par les mineurs allemands à ces silex en lames qui, par leur couleur brune et leur demi-transparence, offrent quelque ressemblance avec la corne : mais Wallerius a changé cette acception, qui du moins étoit fondée sur une apparence; et les minéralogistes, d'après lui, appliquent, sans aucune analogie entre le mot et la chose, cette dénomination de *pierre de corne* aux schistes spathiques plus ou moins calcaires dont nous parlons.

et la substance schisteuse qui lui sert de base, et le mélange calcaire qui en modifie la forme et en spécifie la nature [1]. Et ces pierres de corne ou schistes spathiques ne diffèrent en effet entre eux que par la plus ou moins grande quantité de matière calcaire qu'ils contiennent. Ceux où la substance argileuse est presque pure ont le grain semblable à celui du schiste pur; mais ceux où la matière calcaire ou spathique abonde offrent à leur cassure un grain brillant, écailleux, avec un tissu fibreux, et même montrent distinctement dans leur texture une figuration spathique en lames rectangulaires striées; et c'est dans ce dernier état que quelques auteurs ont donné à leur *pierre de corne* le nom de *hornblende,* et que Wallerius l'a indiquée sous la dénomination de *corneus spathosus.*

Les schistes spathiques sont en général assez tendres, et le plus dur de ces schistes spathiques ou *pierres de corne* est celle que les Suédois ont appelée *trapp* (escalier), parce que cette pierre se casse par étage ou plans superposés comme les marches d'un escalier [2]. La pierre de corne commune est moins dure que le trapp; quelques autres pierres de corne sont si tendres, qu'elles se laissent entamer avec l'ongle. Leur couleur varie entre le gris et le noir; il s'en trouve aussi de vertes, de rouges de diverses teintes. Toutes sont fusibles à un degré de feu assez modéré, et donnent en se fondant un verre noir et compacte. Wallerius observe qu'en humectant ces pierres elles rendent une odeur d'argile. Ce fait seul, joint à l'inspection, auroit dû les lui faire placer à la suite des pierres argileuses ou des schistes; et la nature passe en effet par nuances des schistes simples ou purement argileux à ces schistes composés, dont ceux qui sont le moins mélangés de parties calcaires n'offrent pas la figuration spathique, et ne peuvent, de l'aveu des minéralogistes, se distinguer qu'à peine du schiste pur.

Quoique le trapp et les autres pierres de corne ou schistes spathiques, qui ne contiennent qu'une petite quantité de matière calcaire, ne fassent aussi que peu ou point d'effervescence avec les acides, néanmoins, en les traitant à chaud avec l'acide nitreux, on en obtient par l'alcali fixe un précipité gélatineux, de même nature que celui que donnent la zéolithe et toutes les autres matières mélangées de parties vitreuses et de parties calcaires

Ce schiste spathique se trouve en grand volume et en masses très-considérables mêlées parmi les schistes simples. M. de Saussure, qui le décrit sous le nom de *pierre de corne*, l'a rencontré en plusieurs endroits des Alpes. « A demi-lieue de *Chamouni,* dit ce savant professeur, en suivant la rive droite de l'Arve, la base d'une montagne de laquelle sortent plusieurs belles sources est une *roche de corne* mêlée de mica et de quartz; ses couches sont à peu près *verticales*, sou-

1. Quoique M. de Saussure reproche aux minéralogistes françois d'avoir méconnu la pierre de corne, et de l'avoir confondue, sous le nom de *schiste*, avec toutes sortes de pierres qui se divisent par feuillets, soit argileuses, soit marneuses ou calcaires (*Voyage dans les Alpes*, tome I, page 77), il est pourtant vrai que ces mêmes minéralogistes n'ont fait qu'une erreur infiniment plus légère que celle où il tombe lui-même en rangeant les *roches primitives* au nombre des *roches feuilletées;* mais, sans insister sur cela, nous observerons seulement que le nom de *schiste* ne désigna jamais, chez les bons naturalistes, aucune pierre feuilletée purement calcaire ou marneuse, et que, dans sa véritable acception, il signifia toujours spécialement les pierres argileuses qui se divisent naturellement par feuillets, et qui sont plus ou moins mélangées d'autres substances, mais dont la base est toujours l'argile: or la pierre de corne n'est en effet qu'une espèce de ces pierres mélangées de parties argileuses et calcaires, et nous croyons devoir la ranger sous une même dénomination avec ces pierres; et ce n'étoit pas la peine d'inventer un nom sans analogie pour ne nous rien apprendre de nouveau, et pour désigner une substance qui n'est qu'un schiste mélangé de parties calcaires. En rappelant donc cette pierre au nom générique de *schiste*, auquel elle doit rester subordonnée, il ne s'agit que de lui assigner une épithète spécifique qui la classe et la distingue dans son genre; et comme le nom de *spath*, malgré les raisons qu'il y auroit eues de ne l'appliquer qu'à une seule substance, paroît avoir été adopté pour désigner des substances très-différentes, je croirois qu'il seroit à propos d'appeler les prétendues pierres de corne *schistes spathiques*, puisqu'en effet leur texture offre toujours une cristallisation plus ou moins apparente en forme de spath.

2. M. Bergmann, dans sa lettre à M. de Troïl (*Lettres sur l'Islande*, page 448), s'exprime ainsi: « Dans toutes les montagnes disposées par couches qui se trouvent dans la Westrogothie, la couche supérieure est de trapp, placée sur une ardoise noire; il n'y a nulle apparence que cette matière de trapp ait jamais été fondue. » Mais quand ensuite cet habile chimiste veut attribuer au basalte la même origine, il se trompe, car il est certain que le basalte a été fondu; et son idée sur l'identité du trapp et du basalte, fondée sur la ressemblance de leurs produits dans l'analyse, ne prouve rien autre chose, sinon que le feu a pu, comme l'eau, envelopper, confondre les mêmes matières.

Le trapp, suivant M. de Morveau, contient beaucoup de fer; il a tiré quinze par cent de fer d'un morceau de trapp qui lui avoit été envoyé de Suède par M. Bergmann: celui-ci assure que le trapp se fond au feu sans bouillonnement; que l'alcali minéral le dissout par la voie sèche avec effervescence, et que le borax le dissout sans effervescence.

vent brisées, et diversement dirigées. » Ce mélange de mica, ce voisinage du quartz, cette violente inclinaison des masses, me paroissent s'accorder avec ce que je viens de dire sur l'origine et le temps de la formation de cette pierre mélangée. Il faut en effet que ce soit dans le temps où les micas étoient flottans et disséminés sur les lieux où se trouvoient les débris plus ou moins atténués des quartz, et dans des dispositions où les masses primitives, rompues en différens angles, n'offroient comme parois et comme bases que de fortes inclinaisons et des pentes roides; ce n'est, dis-je, que dans ces positions que les couches de formation secondaire ont pu prendre les grandes inclinaisons des pentes et des faces contre lesquelles on les voit appliquées. En effet, M. de Saussure nous fournit de ces exemples de *roches de corne* adossées à des granites; mais ne se méprend-il pas lorsqu'il dit que des blocs ou tranches de granite, qui se rencontrent encore quelquefois enfermés dans ces roches de corne, s'y sont produits ou introduits postérieurement à la formation de ces mêmes roches? Il me semble que c'est lors de leur formation même que ces fragmens de granite primitif y ont été renfermés, soit qu'ils y soient tombés en se détachant des sommets plus élevés [1], soit que la force même des flots les y ait entraînés dans le temps que les eaux charrioient la pâte molle des argiles mélangées des poudres calcaires dont est formée la substance des schistes spathiques : car nous sommes bien éloignés de croire que ces tranches ou prétendus filons de granite se soient produits, comme le dit M. de Saussure, par cristallisation et par l'infiltration des eaux; ce ne seroit point alors du véritable granite primitif, mais une concrétion secondaire et formée par l'agglutination des sables graniteux [2]. Ces deux formations doivent être soigneusement distinguées, et l'on ne peut pas, comme le fait ici ce savant auteur, donner la même origine et le même temps de formation aux masses primitives et à leurs productions secondaires ou stalactites; ce seroit bouleverser toute la généalogie des substances du regne minéral.

Il y a aussi des schistes spathiques dans lesquels le quartz et le feld spath se trouvent en fragmens et en grains dispersés, et comme disséminés dans la substance de la pierre; M. de Saussure en a vu de cette espèce dans la même vallée de *Chamouni*. La formation de ces pierres ne me paroît pas difficile à expliquer en se rappelant qu'entre les détrimens des quartz, des granites, et des autres matieres vitreuses primitives entraînées par les eaux, la poudre la plus ténue et la plus décomposée forma les argiles, et que les sables plus vifs et non décomposés formèrent le grès: or il a dû se trouver dans cette destruction des matières primitives, de gros sables qui bientôt furent saisis et agglutinés par la pâte d'argile pure ou d'argile déjà mélangée de substances calcaires [3]. Ces gros sables, eu égard à leur pesanteur, n'ont point été charriés loin du lieu de leur origine; et ce sont en effet ces grains de quartz, de feld-spath, et de schorl, qui se trouvent incorporés et empâtés dans la pierre argileuse spathique ou pierre de corne, voisine des vrais granites [4]. Enfin il est évident que la formation des schistes spathiques et le mélange de substances argileuses et calcaires qui les composent, ainsi que la formation de toutes les autres pierres mixtes, supposent nécessairement la décomposition des matières simples et primitives dont elles sont composées; et vouloir conclure [5] de

1. L'observation même de M. de Saussure auroit pu le convaincre que la matière de ces tranches de granite a été amenée par le mouvement des eaux, et qu'elle s'est déposée en même temps que la matière de la pierre de corne dans laquelle ce granite est inséré, puisqu'il remarque qu'où elles se présentent les couches de la roche de corne *s'interrompent brusquement*, et paroissent s'être *inégalement affaissées*.

2. M. de Saussure remarque lui-même, dans cette pierre, de *petites fentes rectilignes....* qui lui paroissent l'*effet d'un commencement de retraite*.

3. M. de Saussure, après avoir parlé d'une pierre composée d'un mélange de quartz et de spath calcaire, et l'avoir improprement appelée *granite*, ajoute que cette matière *se trouve par filons dans les montagnes de roche de corne;* or cette stalactite des roches de corne nous fournit une preuve de plus que ces roches sont composées du mélange des débris des masses vitreuses et des détrimens des substances calcaires.

4. C'est à la même origine qu'il faut rapporter cette pierre que M. de Saussure appelle *granite veiné;* dénomination qui ne peut être plausible que dans le langage d'un naturaliste qui parle sans cesse de *couches perpendiculaires*. Ce prétendu granite veiné est composé de lits de graviers graniteux, restés purs et sans mélange, et stratifiés près du lieu de leur origine; voisinage que cet observateur regarde comme formant un passage très-important pour conduire à la formation des vrais granites; mais ce passage en apprend, sur la formation du granite, à peu près autant que le passage du grès au quartz en pourroit apprendre sur l'origine de cette substance primitive.

5. « Je ferai voir combien ce genre mixte nous donne de lumière sur la formation des granites proprement dits, ou granites en masses. » (Saussure, *Voyages dans les Alpes*, tome I, page 427.) On peut voir d'ici quelle espèce de lumière pourra résulter d'une analogie si peu fondée.

la formation de ces productions secondaires à celle des masses premières, et de ces pierres remplies de sables graniteux aux véritables granites, c'est exactement comme si l'on vouloit expliquer la formation des premiers marbres par les brèches, ou celle des jaspes par les poudingues.

Après les pierres dans lesquelles une portion de matière calcaire s'est combinée avec l'argile, la nature nous en offre d'autres où des portions de matières argileuses se sont mêlées et introduites dans les masses calcaires : tels sont plusieurs marbres, comme le *vert-campan* des Pyrénées, dont les zones vertes sont formées d'un vrai schiste interposé entre les tranches calcaires rouges qui font le fond de ce marbre mixte ; telles sont aussi les *pierres de Florence,* où le fond du tableau est de substance calcaire pure ou teinte par un peu de fer, mais dont la partie qui représente des ruines contient une portion considérable de terre schisteuse à laquelle, suivant toute apparence, est due cette figuration sous différens angles et diverses coupes, lesquelles sont analogues aux lignes et aux faces angulaires sous lesquelles on sait que les schistes affectent de se diviser lorsqu'ils sont mêlés de la matière calcaire.

Ces pierres mixtes, dans lesquelles les veines schisteuses traversent le fond calcaire, ont moins de solidité et de durée que les marbres purs ; les portions schisteuses sont plus tendres que le reste de la pierre, et ne résistent pas long-temps aux injures de l'air : c'est par cette raison que le marbre campan employé dans les jardins de Marly et de Trianon s'est dégradé en moins d'un siècle. On devroit donc n'employer pour les monumens que des marbres reconnus pour être sans mélange de schistes, ou d'autres matières argileuses qui les rendent susceptibles d'une prompte altération, et même d'une destruction entière.

Une autre matière mixte, et qui n'est composée que d'argile et de substance calcaire, est celle qu'on appelle à Genève et dans le Lyonnois *mollasse,* parce qu'elle est fort tendre dans sa carrière. Elle s'y trouve en grandes masses [1], et on ne laisse pas de l'employer pour les bâtimens, parce qu'elle se durcit à l'air : mais comme l'eau des pluies, et même l'humidité de l'air, la pénètrent et la décomposent peu à peu, on doit ne l'employer qu'à couvert ; et c'est en effet pour éviter la destruction de ces pierres mollasses qu'on est dans l'usage, le long du Rhône et à Genève, de faire avancer les toits de cinq à six pieds au delà des murs extérieurs, afin de les défendre de la pluie [2]. Au reste, cette pierre, qui ne peut résister à l'eau, résiste très-bien au feu, et on l'emploie avantageusement à la construction des fourneaux de forges et des foyers de cheminée.

Pour résumer ce que nous venons de dire sur les pierres composées de matières vitreuses et de substance calcaire en grandes masses, et dont nous ne donnerons que ces trois exemples, nous dirons, 1° que les *schistes spathiques* ou *roches de corne* représentent le grand mélange et la combinaison intime qui s'est faite des matières calcaires avec les argiles lorsqu'elles étoient toutes deux réduites en poudre, et que ni les unes ni les autres n'avoient encore aucune solidité ; 2° que les mélanges moins intimes formés par les transports subséquens des eaux, et dans lesquels chacune des matières vitreuses et calcaires ne sont que mêlées et moins intimement liées, nous sont représentés par ces marbres mixtes et ces pierres dessinées dans lesquelles la matière schisteuse se reconnoît à des caractères non équivoques, et paroît avoir été déposée par entassemens successifs, et alternativement avec la matière calcaire, ou introduite en petite quantité dans les scissures et les fentes de ces mêmes matières calcaires ; 3° que les mélanges les plus grossiers et les moins intimes de l'argile et de la matière calcaire nous sont représentés par la pierre mollasse et même par la marne ; et nous pouvons aisément concevoir dans combien de circonstances ces mélanges de schistes ou d'argile et de substance calcaire,

1. « En 1779 on ouvrit un chemin près de Lyon au bord du Rhône, dans une montagne presque toute de mollasse ; la coupe perpendiculaire de cette montagne présentoit une infinité de couches successives légèrement ondées, d'épaisseurs différentes dont le tissu plus ou moins serré et les nuances diversifiées annonçoient bien des dépôts formés à différentes époques ; j'y ai remarqué des lits de gravier dont l'interposition étoit visiblement l'effet de quelques inondations qui avoient interrompu de temps à autre la stratification de la mollasse. » (*Note communiquée par M. de Morveau.*)

2. « Le pont de Bellegarde sur la Valsime, à peu de distance de son confluent avec le Rhône, est assis sur un banc de mollasse que les eaux avoient creusé de plus de quatre-vingts pieds à l'époque de 1778 : la comminution lente des deux talus avoit tellement travaillé sous les culées de ce pont, qu'elles se trouvoient en l'air ; il a fallu le reconstruire, et les ingénieurs ont eu la précaution de jeter l'arc beaucoup au delà des deux bords, laissant pour ainsi dire la part du temps hors du point de fondation, et calculant la durée de cet édifice sur la progression de cette comminution. » (*Suite de la note de M. de Morveau.*)

plus ou moins grossiers, ou plus ou moins intimes, ont dû avoir lieu, puisque les eaux n'ont cessé, tant qu'elles ont couvert le globe, comme elles ne cessent encore au fond des mers, de travailler, porter, et transporter ces matières, et par conséquent de les mélanger dans tous les lieux où les lits d'argile se sont trouvés voisins des couches calcaires, et où ces dernières n'auroient pas encore recouvert les premières.

Cependant ces élémens ne sont pas les seuls que la nature emploie pour le mélange et l'union de la plupart des mixtes : indépendamment des détrimens vitreux et calcaires, elle emploie aussi la terre végétale, qu'on doit distinguer des terres calcaires ou vitreuses, puisqu'elle est produite en grande partie par la décomposition des végetaux et des animaux terrestres, dont les détrimens contiennent non seulement les élémens vitreux et calcaires qui forment la base des parties solides de leurs corps, mais encore tous les principes actifs des êtres organisés, et surtout une portion de ce feu qui les rendoit vivans ou végétans. Ces molécules actives tendent sans cesse à former des combinaisons nouvelles dans la terre végétale; et nous ferons voir dans la suite que les plus brillantes comme les plus utiles des productions du règne minéral appartiennent à cette terre, qu'on n'a pas jusqu'ici considérée d'assez près.

DE LA TERRE VÉGÉTALE.

La terre purement brute, la terre élémentaire, n'est que le verre primitif d'abord réduit en poudre, et ensuite atténué, ramolli, et converti en argile par l'impression des élémens humides. Une autre terre un peu moins brute est la matière calcaire produite originairement par les dépouilles des coquillages, et de même réduite en poudre par les frottemens et par le mouvement des eaux. Enfin une troisième terre plus organique que brute est la terre végétale composée des détrimens des végétaux et des animaux terrestres.

Et ces trois terres simples, qui, par la décomposition des matières vitreuses, calcaires, et végétales, avoient d'abord pris la forme d'argile, de craie, et de limon, se sont ensuite mêlées les unes avec les autres, et ont subi tous les degrés d'atténuation, de figuration, et de transformation, qui étoient nécessaires pour pouvoir entrer dans la composition des minéraux et dans la structure organique des végétaux et des animaux.

Les chimistes et les minéralogistes ont tous beaucoup parlé des deux premières terres; ils ont travaillé, décrit, analysé les argiles et les matieres calcaires; ils en ont fait la base de la plupart des corps mixtes : mais j'avoue que je suis étonné qu'aucun d'eux n'ait traité de la terre végétale ou limoneuse, qui méritoit leur attention, du moins autant que les deux autres terres. On a pris le limon pour de l'argile; cette erreur capitale a donné lieu à de faux jugemens, et a produit une infinité de méprises particulières. Je vais donc tâcher de démontrer l'origine et de suivre la formation de la terre limoneuse, comme je l'ai fait pour l'argile; on verra que ces deux terres sont d'une différente nature, qu'elles n'ont même que très-peu de qualités communes, et qu'enfin ni l'argile ni la terre calcaire ne peuvent influer autant que la terre végétale sur la production de la plupart des minéraux de seconde formation.

Mais avant d'exposer en détail les degrés ou progrès successifs par lesquels les détrimens des végétaux et des animaux se convertissent en terre limoneuse, avant de présenter les productions minérales qui en tirent immédiatement leur origine, il ne sera pas inutile de rappeler ici les notions qu'on doit avoir de la terre considérée comme l'un des quatre élémens. Dans ce sens, on peut dire que l'élément de la terre entre comme partie essentielle dans la composition de tous les corps; non seulement elle se trouve toujours dans tous en plus ou en moins grande quantité, mais, par son union avec les trois autres élémens, elle prend toutes les formes possibles, elle se liquéfie, se fixe, se pétrifie, se métallise, se resserre, s'étend, se sublime, se volatilise, et s'organise suivant les différens mélanges et les degrés d'activité, de résistance, et d'affinité de ces mêmes principes élémentaires.

De même, si l'on ne considère la terre

en général que par ses caractères les plus aisés à saisir, elle nous paroîtra, comme on la définit en chimie, une matière sèche, opaque, insipide, friable, qui ne s'enflamme point, que l'eau pénètre, étend et rend ductile, qui s'y délaie et ne se dissout pas comme le sel. Mais ces caractères généraux sont, ainsi que toutes les définitions, plus abstraits que réels ; étant trop absolus, ils ne sont ni relatifs ni par conséquent applicables à la chose réelle : aussi ne peuvent-ils appartenir qu'à une terre qu'on supposeroit être parfaitement pure, ou tout au plus mêlée d'une très-petite quantité d'autres substances non comprises dans la définition. Or cette terre idéale n'existe nulle part; et tout ce que nous pouvons faire pour nous rapprocher de la réalité, c'est de distinguer les terres les moins composées de celles qui sont les plus mélangées. Sous ce point de vue plus vrai, plus clair, et plus réel qu'aucun autre, nous regarderons l'argile, la craie, et le limon, comme les terres les plus simples de la nature, quoique aucune des trois ne soit parfaitement simple ; et nous comprendrons dans les terres composées non seulement celles qui sont mêlées de ces premières matières, mais encore celles qui sont mélangées de substances hétérogènes, telles que les sables, les sels, les bitumes, etc. ; et toute terre qui ne contient qu'une très-petite quantité de ces substances étrangères conserve à peu près toutes ses qualités spécifiques et ses propriétés naturelles : mais si le mélange hétérogène domine, elle perd ces mêmes propriétés; elle en acquiert de nouvelles toujours analogues à la nature du mélange, et devient alors terre combustible ou réfractaire, terre minérale ou métallique, etc., suivant les différentes combinaisons des substances qui sont entrées dans sa composition.

Ce sont en effet ces différens mélanges qui rendent les terres pesantes ou légères, poreuses ou compactes, molles ou dures, rudes ou douces au toucher : leurs couleurs viennent aussi des parties minérales ou métalliques qu'elles renferment ; leur saveur douce, âcre ou astringente, provient des sels, et leur odeur agréable ou fétide est due aux particules aromatiques, huileuses, et salines, dont elles sont pénétrées.

De plus, il y a beaucoup de terres qui s'imbibent d'eau facilement ; il y en a d'autres sur lesquelles l'eau ne fait que glisser : il y en a de grasses, de tenaces, de très-ductiles, et d'autres dont les parties n'ont point d'adhésion, et semblent approcher de la nature du sable ou de la cendre. Elles ont chacune différentes propriétés, et servent à différens usages : les terres argileuses les plus ductiles, lorsqu'elles sont fort chargées d'acide, servent au dégraissage des laines; les terres bitumineuses et végétales, telles que les tourbes et les charbons de terre, sont d'une utilité presque aussi grande que le bois; les terres calcaires et ferrugineuses s'emploient dans plusieurs arts, et notamment dans la peinture; plusieurs autres terres servent à polir les métaux, etc. Leurs usages sont aussi multipliés que leurs propriétés sont variées; et de même, dans les différentes espèces de nos terres cultivées, nous trouverons que telle terre est plus propre qu'une autre à la production de telles ou telles plantes; qu'une terre stérile par elle-même peut fertiliser d'autres terres par son mélange; que celles qui sont les moins propres à la végétation sont ordinairement les plus utiles pour les arts, etc.

Il y a, comme l'on voit, une grande diversité dans les terres composées, et il se trouve aussi quelques différences dans les trois terres que nous regardons comme simples, l'argile, la craie, et la terre végétale. Cette dernière terre se présente même dans deux états très-différens : le premier, sous la forme de terreau, qui est le détriment immédiat des animaux et des végétaux; et le second, sous la forme de limon, qui est le dernier résidu de leur entière décomposition. Ce limon, comme l'argile et la craie, n'est jamais parfaitement pur; et ces trois terres, quoique les plus simples de toutes, sont presque toujours mêlées de particules hétérogènes, et du dépôt des poussières de toute nature répandues dans l'air et dans l'eau.

Sur la grande couche d'argile qui enveloppe le globe, et sur les bancs calcaires auxquels cette même argile sert de base, s'étend la couche universelle de la terre végétale qui recouvre la surface entière des continens terrestres; et cette même terre n'est peut-être pas en moindre quantité sur le fond de la mer, où les eaux des fleuves la transportent et la déposent de tous les temps et continuellement, sans compter celle qui doit également se former des détrimens de tous les animaux et végétaux marins. Mais, pour ne parler ici que de ce qui est sous nos yeux, nous verrons que cette couche de terre productrice et féconde est toujours plus épaisse dans les lieux abandonnés à la seule nature que dans les pays habités, parce que cette terre étant le produit des détrimens

des végétaux et des animaux, sa quantité ne peut qu'augmenter partout où l'homme et le feu, son ministre de destruction, n'anéantissent pas les êtres vivans et végétans. Dans ces terres indépendantes de nous, et où la nature seule règne, rien n'est détruit ni consommé d'avance; chaque individu vit son âge : les bois, au lieu d'être abattus au bout de quelques années, s'élèvent en futaies et ne tombent de vétusté que dans la suite des siècles, pendant lesquels leurs feuilles, leurs menus branchages, et tous leurs déchets annuels et superflus, forment à leur pied des couches de terreau, qui bientôt se convertit en terre végétale, dont la quantité devient ensuite bien plus considérable par la chute de ces mêmes arbres trop âgés. Ainsi d'année en année, et bien plus encore de siècle en siècle, ces dépôts de terre végétale se sont augmentés partout où rien ne s'oppose à leur accumulation.

Cette couche de terre végétale est plus mince sur les montagnes que dans les vallons et les plaines, parce que les eaux pluviales dépouillent les sommets et les pentes de ces éminences, et entraînent le limon qu'elles ont délayé; les ruisseaux, les rivières, le charrient et le déposent dans leur lit, ou le transportent jusqu'à la mer; et, malgré cette déperdition continuelle des résidus de la nature vivante, sa force productrice est si grande, que la quantité de ce limon végétal augmenteroit partout si nous n'affamions pas la terre par nos jouissances anticipées et presque toujours immodérées. Comparez à cet égard les pays très-anciennement habités avec les contrées nouvellement découvertes : tout est forêts, terreau, limon, dans celles-ci; tout est sable aride ou pierre nue dans les autres.

Cette couche de terre la plus extérieure du globe est non seulement composée des détrimens des végétaux et des animaux, mais encore des poussières de l'air et du sédiment de l'eau des pluies et des rosées; dès lors elle se trouve mêlée des particules calcaires ou vitreuses dont ces deux *élémens* sont toujours plus ou moins chargés : elle se trouve aussi plus grossièrement mélangée de sables vitreux ou de graviers calcaires dans les contrées cultivées par la main de l'homme; car le soc de la charrue mêle avec cette terre les fragmens qu'il détache de la couche inférieure; et loin de prolonger la durée de sa fécondité, souvent la culture amène la stérilité. On le voit dans ces champs en montagnes où la terre est si mêlée, si couverte de fragmens et de débris de pierre, que le laboureur est obligé de les abandonner; on le voit aussi dans ces terres légères qui portent sur le sable ou la craie, et dont, après quelques années, la fécondité cesse par la trop grande quantité de ces matières stériles que le labour y mêle : on ne peut leur rendre ni leur conserver de la fertilité qu'en y portant des fumiers et d'autres amendemens de matières analogues à leur première nature. Ainsi cette couche de terre végétale n'est presque nulle part un limon vierge, ni même une terre simple et pure; elle seroit telle si elle ne contenoit que les détrimens des corps organisés : mais comme elle recueille en même temps tous les débris de la matière brute, on doit la regarder comme un composé mi-parti de brut et d'organique, qui participe de l'inertie de l'un, et de l'activité de l'autre, et qui, par cette dernière propriété et par le nombre infini de ses combinaisons, sert non seulement à l'entretien des animaux et des végétaux, mais produit aussi la plus grande partie des minéraux, et particulièrement les minéraux figurés, comme nous le démontrerons dans la suite par différens exemples.

Mais auparavant il est bon de suivre de près la marche de la nature dans la production et la formation successive de cette terre végétale. D'abord composée des seuls détrimens des animaux et des végétaux, elle n'est encore, après un grand nombre d'années, qu'une poussière noirâtre, sèche, très-légère, sans ductilité, sans cohésion, qui brûle et s'enflamme à peu près comme la tourbe. On peut distinguer encore dans ce terreau les fibres ligneuses et les parties solides des végétaux; mais, avec le temps, et par l'action et l'intermède de l'air et de l'eau, ces particules arides de terreau acquièrent de la ductilité et se convertissent en terre limoneuse : je me suis assuré de cette réduction ou transformation par mes propres observations.

Je fis sonder en 1734, par plusieurs coups de tarière, un terrain d'environ soixante-dix arpens d'étendue, dont je voulois connoître l'épaisseur de bonne terre, et où j'ai fait une plantation de bois qui a bien réussi : j'avois divisé ce terrain par arpens; et l'ayant fait sonder aux quatre angles de chacun de ces arpens, j'ai retenu la note des différentes épaisseurs de terre, dont la moindre étoit de deux pieds, et la plus forte de trois pieds et demi : j'étois jeune alors, et mon projet étoit de reconnoître, au bout de trente ans, la différence que produiroit sur mon bois semé l'épaisseur

plus ou moins grande de cette terre, qui partout étoit franche et de bonne qualité. J'observai, par le moyen de ces sondes, que, dans toute l'étendue de ce terrain, la composition des lits de terre étoit à très-peu près la même, et j'y reconnus clairement le changement successif du terreau en terre limoneuse. Ce terrain est situé dans une plaine au dessus de nos plus hautes collines de Bourgogne : il étoit, pour la plus grande partie, en friche de temps immémorial; et comme il n'est dominé par aucune éminence, la terre est sans mélange apparent de craie ni d'argile : elle porte partout sur une couche horizontale de pierre calcaire dure.

Sous le gazon, ou plutôt sous la vieille mousse qui couvroit la surface de ce terrain, il y avoit partout un petit lit de terre noire et friable, formée du produit des feuilles et des herbes pourries des années précédentes; la terre du lit suivant n'étoit que brune et sans adhésion : mais les lits au dessous de ces deux premiers prenoient par degrés de la consistance et une couleur jaunâtre, et cela d'autant plus qu'ils s'éloignoient davantage de la superficie du terrain. Le lit le plus bas, qui étoit à trois pieds ou trois pieds et demi de profondeur, étoit d'un orangé rougeâtre, et la terre en étoit très-grasse, très-ductile, et s'attachoit à la langue comme un véritable bol [1].

Je remarquai dans cette terre jaune plusieurs grains de mine de fer; ils étoient noirs et durs dans le lit inférieur, et n'étoient que bruns et encore friables dans les lits supérieurs de cette même terre. Il est donc évident que les détrimens des animaux et des végétaux, qui d'abord se réduisent en terreau, forment, avec le temps et le secours de l'air et de l'eau, la terre jaune ou rougeâtre qui est la vraie terre limoneuse dont il est ici question; et de même on ne peut douter que le fer contenu dans les végétaux ne se retrouve dans cette terre, et ne s'y réunisse en grains; et comme cette terre végétale contient une grande quantité de substance organique, puisqu'elle n'est produite que par la décomposition des êtres organisés, on ne doit pas être étonné qu'elle ait quelques propriétés communes avec les végétaux : comme eux elle contient des parties volatiles et combustibles; elle brûle en partie ou se consume au feu; elle y diminue de volume, et y perd considérablement de son poids; enfin elle se fond et se vitrifie au même degré de feu auquel l'argile ne fait que se durcir [2]. Cette terre limoneuse a encore la propriété de s'imbiber d'eau plus facilement que l'argile, et d'en absorber une plus grande quantité; et comme elle s'attache fortement à la langue, il paroît que la plupart des bols ne sont que cette même terre aussi pure et aussi atténuée qu'elle peut l'être; car on trouve ces bols en pelotes ou en petits lits dans les fentes et cavités, où l'eau, qui a pénétré la couche de terre limoneuse, s'est en même temps chargée des molécules les plus fines de cette même terre, et les a déposées sous cette forme de bol.

On a vu, à l'article de l'argile, le détail de la fouille que je fis faire en 1748, pour reconnoître les différentes couches d'un terrain argileux jusqu'à cinquante pieds de profondeur : la première couche de ce terrain étoit d'une terre limoneuse d'environ trois pieds d'épaisseur. En suivant les travaux de cette fouille, et en observant avec soin les différentes matières qui en ont été

1. M. Nadault, ayant fait quelques expériences sur cette terre limoneuse la plus grasse, m'a communiqué la note suivante. « Cette terre étant très-ductile et pétrissable, j'en ai, dit-il, formé sans peine de petits gâteaux qui se sont promptement imbibés d'eau et renflés, et qui, en se desséchant, se sont raccourcis selon leurs dimensions. L'eau-forte avec cette terre n'a produit ni ébullition ni effervescence; elle est tombée au fond de la liqueur sans s'y dissoudre, comme l'argile la plus pure. J'en ai mis dans un creuset à un feu de charbon assez modéré avec de l'argile : celle-ci s'y est durcie à l'ordinaire jusqu'à un certain point; mais l'autre, au contraire, quoique avec toutes les qualités apparentes de l'argile, s'est extrêmement raréfiée, et a perdu beaucoup de son poids; elle a acquis, à la vérité, un peu de consistance et de solidité à sa superficie, mais cependant si peu de dureté qu'elle s'est réduite en poussière entre mes doigts. J'ai fait ensuite éprouver à cette terre le degré de chaleur nécessaire pour la parfaite cuisson de la brique : les gâteaux se sont alors déformés; ils ont beaucoup diminué de volume, se sont durcis au point de résister au burin; et leur superficie devenue noire, au lieu d'avoir rougi comme l'argile, s'est émaillée, de sorte que cette terre, en cet état, approchoit déjà de la vitrification. Ces mêmes gâteaux, remis une seconde fois au fourneau et au même degré de chaleur, se sont convertis en un véritable verre d'une couleur obscure, tandis qu'une semblable cuisson a seulement changé en bleu foncé la couleur rouge de l'argile, en lui procurant un peu plus de dureté; et j'ai en effet éprouvé qu'il n'y avoit qu'un feu de forge qui pût vitrifier celle-ci. » (*Note remise par M. Nadault à M. de Buffon, en 1774.*)

2. « La terre limoneuse que l'on nomme communément *herbue*, parce qu'elle gît sous l'herbe ou le gazon, étant appliquée sur le fer que l'on chauffe au degré de feu pour le souder, se gonfle et se réduit en un mâchefer noir, vitreux et sonore. » (*Remarque de M. de Grignon.*)

tirées, j'ai reconnu, à n'en pouvoir douter, que cette terre limoneuse étoit entraînée par l'infiltration des eaux à de grandes profondeurs dans les joints et les délits des couches inférieures, qui toutes étoient d'argile; j'en ai suivi la trace jusqu'à trente-deux pieds : la première couche argileuse la plus voisine de la terre limoneuse étoit mi-partie d'argile et de limon, marbrée des couleurs de l'un et de l'autre, c'est-à-dire de jaune et de gris d'ardoise; les couches suivantes d'argile étoient moins mélangées; et dans les plus basses, qui étoient aussi les plus compactes et les plus dures, la terre jaune, c'est-à-dire le limon, ne pénétroit que dans les petites fentes perpendiculaires, et quelquefois aussi dans les délits horizontaux des couches de l'argile. Cette terre limoneuse incrustoit la superficie des glèbes argileuses; et lorsqu'elle avoit pu s'introduire dans l'intérieur de la couche, il s'y trouvoit ordinairement des concrétions pyriteuses, aplaties et de figure orbiculaire, qui se joignoient par une espèce de cordon cylindrique de même substance pyriteuse, et ce cordon pyriteux aboutissoit toujours à un point ou à une fente remplie de terre limoneuse. Je fus dès lors persuadé que cette terre contribuoit plus que toute autre à la formation des pyrites martiales, lesquelles, par succession de temps, s'accumulent, et forment souvent des lits qu'on peut regarder comme les mines du vitriol ferrugineux.

Mais lorsque les couches de terre végétale se trouvent posées sur des bancs de pierres solides et dures, les stillations des eaux pluviales chargées des molécules de cette terre, étant alors retenues et ne pouvant descendre en ligne droite, serpentent entre les joints et les délits de la pierre, et y déposent cette matière limoneuse; et comme l'eau s'insinue avec le temps dans les matières pierreuses, les parties les plus fines du limon pénètrent avec elle dans tous les pores de la pierre et la colorent souvent de jaune ou de roux; d'autres fois l'eau chargée de limon ne produit, dans la pierre, que des veines ou des taches.

D'après ces observations, je demeurai persuadé que cette terre limoneuse, produite par l'entière décomposition des animaux et des végétaux, est la première matrice des mines de fer en grains, et qu'elle fournit aussi la plus grande partie des élémens nécessaires à la formation des pyrites. Les derniers résidus du détriment ultérieur des êtres organisés prennent donc la forme de bol, de fer en grains, et de pyrite; mais lorsque au contraire les substances végétales n'ont subi qu'une légère décomposition, et qu'au lieu de se convertir en terreau et ensuite en limon à la surface de la terre, elles se sont accumulées sous les eaux, elles ont alors conservé très-long-temps leur essence, et, s'étant ensuite bituminisées par le mélange de leurs huiles avec l'acide, elles ont formé les tourbes et les charbons de terre.

Il y a en effet une très-grande différence dans la manière dont s'opère la décomposition des végétaux à l'air ou dans l'eau : tous ceux qui périssent et sont gisans à la surface de la terre, étant alternativement humectés et desséchés, fermentent, et perdent par une prompte effervescence la plus grande partie de leurs principes inflammables; la pourriture succède à cette effervescence; et, suivant les degrés de la putréfaction, le végétal se désorganise, se dénature, et cesse d'être combustible dès qu'il est entièrement pourri : aussi le terreau et le limon, quoique provenant des végétaux, ne peuvent pas être mis au nombre des matières vraiment combustibles; ils se consument ou se fondent au feu plutôt qu'ils ne brûlent; la plus grande partie de leurs principes inflammables s'étant dissipée par la fermentation, il ne leur reste que la terre, le fer, et les autres parties fixes qui étoient entrées dans la composition du végétal.

Mais lorsque les végétaux, au lieu de pourrir sur la terre, tombent au fond des eaux, ou y sont entraînés, comme cela arrive dans les marais et sur le fond des mers, où les fleuves amènent et déposent des arbres par milliers, alors toute cette substance végétale conserve, pour ainsi dire, à jamais sa première essence; au lieu de perdre ses principes combustibles par une prompte et forte effervescence, elle ne subit qu'une fermentation lente et dont l'effet se borne à la conversion de son huile en bitume : elle prend donc sous l'eau la forme de tourbe ou de charbon de terre, tandis qu'à l'air elle n'auroit formé que du terreau et du limon.

La quantité de fer contenue dans la terre limoneuse est quelquefois si considérable, qu'on pourroit lui donner le nom de *terre ferrugineuse*, et même la regarder comme une mine métallique; mais, quoique cette terre limoneuse produise ou plutôt régénère par sécrétion le fer en grains, et que l'origine primordiale de toutes les mines de cette espèce appartienne à cette terre limo-

neuse, néanmoins les minières de fer en grains dont nous tirons le fer aujourd'hui ont presque toutes été transportées et amenées par alluvion, après avoir été lavées par les eaux de la mer, c'est-à-dire séparées de la terre limoneuse où elles s'étoient anciennement formées.

La matière ferrugineuse, soit en grains, soit en rouille, se trouve presque à la superficie de la terre en lits ou couches peu épaisses; il semble donc que ces mines de fer devroient être épuisées, dans toutes les contrées habitées, par l'extraction continuelle qu'on en fait depuis tant de siècles [1]. Et en effet le fer pourra bien devenir moins commun dans la suite des temps; car la quantité qui s'en reproduit dans la terre végétale ne peut pas, à beaucoup près, compenser la consommation qui s'en fait chaque jour.

On observe, dans ces mines de fer, que les grains sont tous ronds ou un peu oblongs, que leur grosseur est la même dans chaque mine, et que cependant cette grosseur varie beaucoup d'une minière à une autre : cette différence dépend de l'épaisseur de la couche de terre végétale où ces grains de fer se sont anciennement formés; car on voit que plus l'épaisseur de la terre est grande, plus les grains de mine de fer qui s'y forment sont gros, quoique toujours assez petits.

Nous remarquerons aussi que ces terres dans lesquelles se forment les grains de la mine de fer paroissent être de la même nature que les autres terres limoneuses où cette formation n'a pas lieu : les unes et les autres sont d'abord, dans les premières couches, noirâtres, arides, et sans cohésion; mais leur couleur noire se change en brun dans les couches inférieures, et ensuite en un jaune foncé : la substance de cette terre devient ductile; elle s'imbibe facilement d'eau, et s'attache à la langue. Toutes les propriétés de ces terres limoneuses et ferrugineuses sont les mêmes, et la mine de fer en grains, après avoir été broyée et détrempée dans l'eau, semble reprendre les caractères de ces mêmes terres au point de ne pouvoir distinguer la poudre du minerai, de celle de la terre limoneuse. Le fer décomposé et réduit en rouille paroît reprendre aussi la forme et les qualités de sa terre matrice. Ainsi la terre ferrugineuse et la terre limoneuse ne diffèrent que par la plus ou moins grande quantité de fer qu'elles contiennent, et la mine de fer en grains n'est qu'une sécrétion qui se fait dans cette même terre d'autant plus abondamment qu'elle contient une plus grande quantité de fer décomposé. On sait que chaque pierre et chaque terre ont leurs stalactites particulières et différentes entre elles, et que ces stalactites conservent toujours les caractères propres des matières qui les ont produites : la mine de fer en grains est, dans ce sens, une vraie stalactite de la terre limoneuse; ce n'est d'abord qu'une concrétion terreuse, qui peu à peu prend de la dureté par la seule force de l'affinité de ses parties constituantes, et qui n'a encore aucune des propriétés essentielles du fer.

1. « On peut se faire une idée de la quantité de mines de fer qu'on tire de la terre dans le seul royaume de France, par le calcul suivant :

Les mines	de Dauphiné rendent.	40 liv.	de fonte pour 100 livres de mine.
	de Bretagne.........	43	
	de Bourgogne.......	30	
	de Champagne......	33	
	de Normandie.......	30	
	de Franche-Comté...	36	
	de Berri............	34	

« Ce produit est le terme moyen dans chacune de ces provinces : la variété générale est de 16 à 50 pour cent.

« L'on peut regarder pour terme moyen du produit des mines de France 33 pour cent, qui est aussi le plus général.

« Le poids commun des mines lavées et préparées pour être fondues est de 115 livres le pied cube.

« Il faut, sur ce pied, 22 pieds 1/2 cubes de mine pour produire un mille de fonte qui rend communément 667 livres de fer forgé.

« Il y a en France environ cinq cents fourneaux de fonderie qui produisent annuellement 300 millions de fonte dont 1/6 passe dans le commerce en fonte moulée; les 5/6 restans sont convertis en fer et en produisent 168 millions, qui est le produit annuel, à peu de chose près, de la fabrication des forges françoises.

« 300 millions de fonte, à raison de 22 pieds 1/2 cubes de minerai par mille, donnent 7 millions 950 mille pieds cubes de minerai, équivalant à 36805 toises et 120 pieds cubes.

« Or, comme le minerai de fer, surtout celui qui se retire des minières formées par alluvion, telles que sont celles de la majeure partie de nos provinces, est mélangé de terre, de sable, de pierres, et de coquilles fossiles, qui sont des matières étrangères que l'on en sépare par le lavage; que ces matières excèdent deux, trois, et souvent quatre fois le volume du minerai qui en est séparé par le lavage, le crible, et l'égrapoir, on peut donc tripler la masse générale du minerai extrait annuellement en France des minières, et la porter à 110416 toises cubes, qui est le total de l'extraction annuelle des mines, non compris les déblais qui les recouvrent. » (*Note communiquée par M. de Grignon*)

En prenant un pied d'épaisseur pour mesure moyenne des mines en grains que l'on exploite en France, on a remué pour cela 662496 toises d'étendue sur un pied d'épaisseur; ce qui fait 736 arpens de 900 toises chacun, et 96 toises de plus de terrain qu'on épuise de minerai chaque année, et pendant un siècle 73610 arpens.

Mais comment cette matière minérale peut-elle se séparer de la masse de terre limoneuse, pour se former si régulièrement en grains aussi petits, en aussi grande quantité, et d'une manière si achevée qu'il n'y en a pas un seul qui ne présente à sa surface le brillant métallique? Je crois pouvoir satisfaire à cette question par les simples faits que m'a fournis l'observation. L'eau pluviale s'infiltre dans la terre végétale, et crible d'abord avec facilité à travers les premières couches, qui ne sont encore que de la poussière aride des parties de végétaux à demi décomposés; trouvant ensuite des couches plus denses, l'eau les pénètre aussi, mais avec plus de lenteur; et lorsqu'elle est parvenue au banc de pierre qui sert de base à ces couches terreuses, elle devient nécessairement stagnante, et ne peut plus s'écouler qu'avec beaucoup de temps; elle produit alors, par son séjour dans ces terres grasses, une sorte d'effervescence; l'air qui y étoit contenu s'en dégage, et forme, dans toute l'étendue de la couche, une infinité de bulles qui soulèvent et pressent la terre en tous sens, et y produisent un égal nombre de petites cavités dans lesquelles la mine de fer vient se mouler. Ceci n'est point une supposition précaire, mais un fait qu'on peut démontrer par une expérience très-aisée à répéter : en mettant dans un vase transparent une quantité de terre limoneuse bien détrempée avec de l'eau, et la laissant exposée à l'air dans un temps chaud, on verra, quelques jours après, cette terre en effervescence se boursoufler et produire des bulles d'air, tant à sa partie supérieure que contre les parois du verre qui la contient; on verra le nombre de ces bulles s'augmenter de jour en jour, au point que la masse entière de la terre paroît en être criblée. Et c'est là précisément ce qui doit arriver dans les couches des terres limoneuses; car elles sont alternativement humectées par les eaux pluviales et desséchées selon les saisons. L'eau chargée des molécules ferrugineuses s'insinue par stillation dans toutes ces petites cavités; et, en s'écoulant, elle y dépose la matière ferrugineuse dont elle s'étoit chargée en parcourant les couches supérieures, et elle en remplit ainsi toutes les petites cavités, dont les parois lisses et polies donnent à chaque grain le brillant ou le luisant que présente leur surface.

Si l'on divise ces grains de mine de fer en deux portions de sphère, on reconnoîtra qu'ils sont tous composés de plusieurs petites couches concentriques, et que, dans les plus gros, il y a souvent une cavité sensible, ordinairement remplie de la même substance ferrugineuse, mais qui n'a pas encore acquis sa solidité, et qui s'écrase aisément comme les grains de mine eux-mêmes, qui commencent à se former dans les premières couches de la terre limoneuse : ainsi, dans chaque grain, la couche la plus extérieure, qui a le brillant métallique, est la plus solide de toutes et la plus *métallisée*, parce qu'ayant été formée la première elle a reçu par infiltration et retenu les molécules ferrugineuses les plus pures, et a laissé passer celles qui l'étoient moins pour former la seconde couche du grain; et il en est de même de la troisième et de la quatrième couche, jusqu'au centre, qui ne contient que la matière la plus terreuse et la moins métallique. Les œtides ou géodes ferrugineuses ne sont que de très-gros grains de mine de fer, dans lesquels on peut voir et suivre plus aisément ce procédé de la nature.

Au reste, cette formation de la mine de fer en grains, qui se fait par sécrétion dans la terre limoneuse, ne doit pas nous induire à penser qu'on puisse attribuer à cette cause la première origine de ce fer, car il existoit dans le végétal et l'animal avant leur décomposition; l'eau ne fait que rassembler les molécules du métal, et les réunir sous la forme de grains : on sait que les cendres contiennent une grande quantité de particules de fer; c'est ce même fer contenu dans les végétaux que nous retrouvons en forme de grains dans les couches de la terre limoneuse. Le mâchefer, qui, comme je l'ai prouvé, n'est que le résidu des végétaux brûlés, se convertit presque entièrement en rouille ferrugineuse : ainsi les végétaux, soit qu'ils soient consumés par le feu ou consommés par la pourriture, rendent également à la terre une quantité de fer peut-être beaucoup plus grande que celle qu'ils en ont tirée par leurs racines, puisqu'ils reçoivent autant et plus de nourriture de l'air et de l'eau que de la terre.

Les observations rapportées ci-dessus démontrent en effet que les grains de la mine de fer se forment dans la terre végétale par la réunion de toutes les particules ferrugineuses que l'on sait être contenues dans les détrimens des végétaux et des animaux dont cette terre est composée : mais il faut encore y ajouter tous les débris et toutes les poudres des fers usés par les frottemens, dont la quantité est immense; elles se trouvent disséminées dans cette terre végétale et s'y réunissent de même en grains; et comme

rien n'est perdu dans la nature, ce fer, qui se régénère pour ainsi dire sous nos yeux, sembleroit devoir augmenter la quantité de celui que nous consommons : mais ces grains de fer qui sont nouvellement formés dans nos terres végétales y sont rarement en assez grande quantité pour qu'on puisse les recueillir avec profit; il faudroit pour cela que la nature, par une seconde opération, eût séparé ces grains de fer du reste de la terre où ils ont été produits, comme elle l'a fait pour l'établissement de nos mines de fer en grains, qui presque toutes ont jadis été amenées et déposées par alluvion sur les terrains où nous les trouvons aujourd'hui.

Le fer en lui-même et dans sa première origine est une matière qui, comme les autres substances primitives, a été produite par le feu, et se trouve en grandes masses et en roches dans plusieurs parties du globe, et particulièrement dans les pays du nord [1]. C'est du détriment et des exfoliations de ces premières masses ferrugineuses que proviennent originairement toutes les particules de fer répandues à la surface de la terre, et qui sont entrées dans la composition des végétaux et des animaux. C'est de même par les exsudations de ces grandes roches de fer que se sont formées, par l'intermède de l'eau, toutes les mines spathiques de ce métal, qui ne sont que des stalactites de ces masses primordiales. Tous les débris des roches primitives ont été, dès les premiers temps, transportés et déposés, avec ceux des matières vitreuses, dans toute l'étendue de la surface et des couches extérieures du globe.

Les premières terres limoneuses ayant été délayées et entraînées par les eaux, ce grand lavage aura fait la séparation de tous les grains de fer contenus dans cette terre; le mouvement de la mer aura ensuite transporté ces grains avec les matières qui se sont trouvées d'un poids et d'un volume à peu près égal, en sorte qu'après avoir séparé les grains de fer de la terre où ils s'étoient formés, ce même mouvement des eaux les aura mêlés avec d'autres matières qui n'ont aucun rapport avec leur formation : aussi ces mines d'alluvion offrent-elles de grandes différences, non seulement dans leur mélange, mais même dans leur gisement et leur accumulation.

1. On connoît les grandes roches de fer qui se trouvent en Suède, en Russie, et en Sibérie; et quelques voyageurs m'ont assuré que la plus grande partie du haut terrain de la Laponie n'est pour ainsi dire qu'une masse ferrugineuse.

On appelle *mines dilatées* ou *mines en nappes* les minières de fer en grains qui sont étendues sur une grande surface plane, et qui souvent forment des couches qu'on peut suivre très-loin. Ces mines sont ordinairement en très-petits grains, et presque toujours mélangées les unes de sable vitreux ou d'argile, les autres de petits graviers calcaires et de débris de coquilles. On nomme *mines en nids* ou *en sacs* celles qui sont accumulées dans les fentes et dans les intervalles qui se trouvent entre les rochers ou les bancs de pierre; et ces mines en nids sont communément plus pures et en grains plus gros que les mines en nappes; elles sont souvent mêlées de sables vitreux et de petits cailloux; et, quoique situées dans les fentes des rochers calcaires, elles ne contiennent ni sable calcaire ni coquilles : leurs grains étant spécifiquement plus pesans que ces matières, n'ont été transportés qu'avec des substances d'égale pesanteur, tels que les petits cailloux, les calcédoines, etc.

Toutes ces mines de fer en grains ont également été déposées par les eaux de la mer : on les trouve plus souvent et on les découvre plus aisément au dessus des collines que dans le fond des vallons, parce que l'épaisseur de la terre qui les couvre n'est pas aussi grande; souvent même les grains de fer se présentent à la surface du terrain, ou se montrent par le labour à quelques pouces de profondeur.

Il résulte de nos observations que la terre végétale ou limoneuse est la première matrice de toutes les mines de fer en grains, et il me semble qu'il en est de même de la pyrite martiale; ce minéral, quoique de formes variées et différentes, est néanmoins toujours régulièrement figuré : or je crois pouvoir avancer que c'est du détriment des substances organisées que la pyrite tire en partie son origine; car elle se forme ou dans la couche même de la terre végétale, ou dans les dépôts de cette même terre, entre les joints des pierres calcaires et les délits des argiles, où l'eau, chargée de particules limoneuses, s'est insinuée par infiltration, et a déposé avec ces particules les élémens nécessaires à la composition de la pyrite.

Car quels sont en effet les élémens de sa composition? Du feu fixe, de l'acide, et de la terre ferrugineuse, tous trois intimement réunis par leur affinité. Or cette matière du feu fixe ne vient-elle pas du détriment des corps organisés et des substances inflammables qu'ils contiennent? le fer se trouve

également dans ces mêmes détrimens, puisque tous les animaux et végétaux en recèlent, même de leur vivant, une assez considérable quantité; et comme l'acide vitriolique abonde dans l'argile, on ne doit pas être étonné de voir des pyrites partout où la terre végétale s'est insinuée dans les argiles, puisque tous les principes de leur composition se trouvent alors réunis. Il est vrai qu'on trouve aussi des pyrites, et quelquefois en grande quantité, dans les masses d'argile, où il ne paroît pas que la terre limoneuse ait pénétré; mais ces mêmes argiles contenant un nombre immense de coquilles et de débris de végétaux et d'animaux, les pyrites s'y seront formées de même par l'union des principes renfermés dans tous ces corps organisés.

La mine de fer en grains et la pyrite sont donc des produits de la terre végétale. Plusieurs sels se forment de même dans cette terre par les acides et les alcalis qui peuvent y saisir des bases différentes, et enfin les bitumes s'y produisent aussi par le mélange de l'acide avec les huiles végétales ou les graisses animales; et comme cette couche extérieure du globe reçoit encore des déchets de tout ce qui sert à l'usage de l'homme, les particules de l'or et de l'argent, et de tous les autres métaux et matière de toute nature qui s'usent par les frottemens, on doit par conséquent y trouver une petite quantité d'or ou de tout autre métal.

C'est donc de cette terre, de cette poussière que nous foulons aux pieds, que la nature sait tirer ou régénérer la plupart de ses productions en tous genres; et cela seroit-il possible si cette même terre n'étoit pas mélangée de tous les principes organiques et actifs qui doivent entrer dans la composition des êtres organisés et des corps figurés?

La terre limoneuse ayant été entraînée par les eaux courantes et déposée au fond des mers, accompagne souvent les matières végétales qui se sont converties en charbon de terre; elle indique par sa couleur les affleuremens extérieurs des veines de ce charbon. « Nous observerons, dit M. de Gensanne, que, dans tous les endroits où il se trouve des charbons de terre ou d'autres substances bitumineuses, on aperçoit des terres *fauves* plus ou moins foncées, qui, dans les Cévennes surtout, forment un indice certain du voisinage de ces charbons. Ces terres, bien examinées, ne sont autre chose que des roches calcaires, dissoutes par un acide qui leur fait contracter une qualité ferrugineuse, et conséquemment cette couleur ocreuse. Lorsque la dissolution de ces pierres est en quelque sorte parfaite, les terres rouges qui en proviennent prennent une consistance *argileuse*, et forment de véritables bols ou des ocres naturelles. » J'avoue que je ne puis être ici du sentiment de cet habile minéralogiste. Ces terres fauves, qui se trouvent toujours dans le voisinage des charbons de terre, ne sont que des couches de terre limoneuse: elles peuvent être mêlées de matière calcaire; mais elles sont en elles-mêmes le produit de la décomposition des végétaux: le fer qu'elles contenoient se change en rouille par l'humidité; et le bol, comme je l'ai dit, n'est que la partie la plus fine et la plus atténuée de cette terre limoneuse qui n'a de commun avec l'argile que d'être, comme elle, ductile et grasse.

De la même manière que la terre végétale, plus ou moins décomposée, a été anciennement transportée par les eaux, et a formé les veines de charbon, de même la matière ferrugineuse contenue dans la terre limoneuse a été transportée soit dans son état de mine en grains, soit dans celui de rouille. Nous venons de parler de ces mines de fer en grains, transportées par alluvion, et déposées dans les fentes des rochers calcaires: les rouilles de fer et les ocres ont été transportées et déposées de même par les eaux de la mer. M. Le Monnier, premier médecin ordinaire du Roi, décrit une mine d'ocre qui se trouve dans le Berri, près de Vierzon, entre deux lits de sable. M. Guettard en a observé une autre à Bitri, lieu qui n'est pas éloigné de Donzy en Nivernois; elle est à trente pieds de profondeur, et porte, comme celle de Vierzon, sur un lit de sable qui n'est point mêlé d'ocre: une autre à Saint-George sur la Prée dans le Berri, qui est à cinquante ou soixante pieds de profondeur, la veine d'ocre portant également sur le sable; une troisième à Tanay en Brie, qui n'est qu'à dix-sept à dix-huit pieds de profondeur, et appuyée de même sur un banc de sable. « L'ocre, dit très-bien M. Guettard, est douce au toucher, s'attache à la langue, devient rouge au feu, s'y durcit, y devient un mauvais verre si le feu est violent, donne beaucoup de fer avec le phlogistique, et ne se dissout pas aux acides minéraux, mais à l'eau commune. » Et il ajoute avec raison, que toutes les terres qui ont ces qualités peuvent être regardées comme de véritables ocres: mais je ne puis m'empêcher de m'écarter de son

sentiment, en ce qu'il pense que les ocres sont des glaises; car je crois avoir prouvé ci-devant que ce sont des terres ferrugineuses qui ne proviennent pas des glaises ou argiles, mais de la terre végétale ou limoneuse, laquelle contient beaucoup de fer, tandis que les glaises n'en contiennent que très-peu.

On trouve aussi des mines de fer en ocre ou rouille dans le fond des marécages et des autres eaux stagnantes. Le limon des eaux des pluies et des rosées est une sorte de terre végétale qui contient du fer, dont les molécules peuvent se rassembler dans cette terre limoneuse au dessous de l'eau comme au dessous de la surface de la terre; c'est cette espèce de mine de fer que les minéralogistes ont appelée *vena palustris* : elle a les mêmes propriétés et sert au même usage que les autres mines de fer en grains, et son origine primordiale est la même; ce sont les roseaux, les joncs, et les autres végétaux aquatiques, dont les débris accumulés au fond des marais y forment les couches de cette terre limoneuse dans laquelle le fer se trouve sous la forme de rouille. Souvent ces mines de marais sont plus épaisses et plus abondantes que les mines terrestres, parce que les couches de terres limoneuses y sont elles-mêmes plus épaisses, par la raison que toutes les plantes qui croissent dans les eaux y retombent en pourriture, et qu'il ne s'en fait aucune consommation, au lieu que, sur la terre, l'homme et le feu en détruisent plus que la pourriture.

Je ne puis répéter assez que cette couche de terre végétale qui couvre la surface du globe est non seulement le trésor des richesses de la nature vivante, le dépôt des molécules organiques qui servent à l'entretien des animaux et des végétaux, mais encore le magasin universel des élémens qui entrent dans la composition de la plupart des minéraux. On vient de voir que les bitumes, les charbons de terre, les bols, les ocres, les mines de fer en grains, et les pyrites, en tirent leur première origine, et nous prouverons de même que le diamant et plusieurs autres minéraux régulièrement figurés se forment dans cette même terre, matrices de tous les êtres.

Comme cette dernière assertion pourroit paroître hasardée, je dois rappeler ici ce que j'ai écrit en 1772 sur la nature du diamant, quelques années avant qu'on eût fait les expériences par lesquelles on a démontré que c'étoit une substance inflammable : je l'avois présumé par analogie de sa puissance de réfraction, qui, comme celle de toutes les huiles et autres substances inflammables, est proportionnellement beaucoup plus grande que leur densité. Cet indice, comme l'on voit, ne m'avoit pas trompé, puisque, deux ou trois ans après, on a vu des diamans s'enflammer et brûler au foyer du miroir ardent. Or je prétends que le diamant qui prend une figure régulière et se cristallise en octaèdre est un produit immédiat de la terre végétale; et voici la raison que je puis en donner d'avance, en attendant les preuves plus particulières que je réserve pour l'article où je traiterai de cette brillante production de la terre. On sait que les diamans, ainsi que plusieurs autres pierres précieuses, ne se trouvent que dans les climats du midi, et qu'on n'a jamais trouvé de diamans dans le nord, ni même dans les terres des zones tempérées : leur formation dépend donc évidemment de l'influence du soleil sur les premières couches de la terre; car la chaleur propre du globe est à très-peu près la même à une petite profondeur dans tous les climats froids ou chauds. Ainsi ce ne peut être que par cette plus grande influence du soleil sur les terres des climats méridionaux que le diamant s'y forme à l'exclusion de tous les autres climats; et comme cette influence agit principalement sur la couche la plus extérieure du globe, c'est-à-dire, sur celle de la terre végétale, et qu'elle n'a nulle action sur les couches intérieures, on ne peut attribuer qu'à cette même terre végétale la formation du diamant et des autres pierres précieuses qui ne se trouvent que dans les contrées du midi : d'ailleurs l'inspection nous a démontré que la gangue du diamant est une terre rouge semblable à la terre limoneuse. Ces considérations seules suffiroient pour prouver en général que tous les minéraux qui ne se trouvent que sous les climats les plus chauds, le diamant en particulier, ne sont formés que par les élémens contenus dans la terre végétale, et combinés avec la lumière et la chaleur que le soleil y verse en plus grande quantité que partout ailleurs.

Nous avons dit qu'il n'y a rien de combustible dans la nature que ce qui provient des êtres organisés; nous pouvons avancer de même qu'il n'y a rien de régulièrement figuré dans la matière que ce qui a été travaillé par les molécules organiques, soit avant, soit après la naissance de ces mêmes êtres organisés : c'est par la grande quantité de ces molécules organiques contenues dans la terre végétale que se fait la production de tous les végétaux et l'entretien des ani-

maux ; leur développement, leur accroissement, ne s'opèrent que par la susception de ces mêmes molécules qui pénètrent aisément toutes les substances ductiles : mais lorsque ces molécules actives ne rencontrent que des matières dures et trop résistantes, elles ne peuvent les pénétrer, et tracent seulement à leur superficie les premiers linéamens de l'organisation qui forment les traits de leur figuration.

Mais revenons à la terre végétale prise en masse, et considérée comme la première couche qui enveloppe le globe. Il n'y a que très-peu d'endroits sur la terre qui ne soient pas couverts de cette terre; les sables brûlans de l'Afrique et de l'Arabie, les sommets nus des montagnes composées de quartz ou de granite, les régions polaires, telles que Spitzberg et Sandwich, sont les seules terres où la végétation ne peut exercer sa puissance, les seules qui soient dénuées de cette couche de terre végétale qui fait la couverture et produit la parure du globe. « Les roches pelées et stériles de la terre de Sandwich, dit M. Forster, ne paroissent pas couvertes du moindre grain de terreau, et on n'y remarque aucune trace de végétation.... Dans la baie de Possession, nous avons vu deux rochers où la nature commence son grand travail de la végétation [1] : elle a déjà formé une légère enveloppe de sol au sommet des rochers; mais son ouvrage avance si lentement, qu'il n'y a encore que deux plantes, un *gramen* et une espèce de pimprenelle.... A la Terre-de-Feu, vers l'ouest, et à la Terre-des-États, dans les cavités et les crevasses des piles énormes de rochers qui composent ces terres, il se conserve un peu d'humidité, et le frottement continuel des morceaux de roc détachés, précipités le long des flancs de ces masses grossières, produit de petites particules d'une espèce de sable : là, dans une eau stagnante, croissent peu à peu quelques plantes du genre des algues, dont les graines y ont été portées par les oiseaux. Ces plantes créent, à la fin de chaque saison, des atomes de terreau qui s'accroît d'une année à l'autre; les oiseaux, la mer, et le vent, apportent d'une île voisine sur ce commencement de terreau les graines de quelques-unes des plantes à mousse qui y végètent durant la belle saison : quoique ces plantes ne soient pas véritablement des mousses, elles leur ressemblent beaucoup... Toutes, ou du moins la plus grande partie, croissent d'une manière analogue à ces régions, et propre à former du terreau et du sol sur les rochers stériles. A mesure que ces plantes s'élèvent, elles se répandent en tiges et en branches qui se tiennent aussi près l'une de l'autre que cela est possible; elles dispersent ainsi de nouvelles graines, et enfin elles couvrent un large canton : les fibres, les racines, les tuyaux, et les feuilles les plus inférieures, tombent peu à peu en putréfaction, produisent une espèce de tourbe ou de gazon, qui insensiblement se convertit en terreau et en sol. Le tissu serré de ces plantes empêche l'humidité qui est au dessous de s'évaporer, fournit ainsi à la nutrition de la partie supérieure, et revêt à la longue tout l'espace d'une verdure constante.... Je ne puis pas oublier, ajoute ce naturaliste voyageur, la manière particulière dont croît une espèce de gramen dans l'île du *Nouvel-An*, près de la Terre-des-États, et à la Géorgie australe. Ce gramen est perpétuel, et il affronte les hivers les plus froids. Il vient toujours en touffes ou panaches, à quelque distance l'un de l'autre; chaque année les bourgeons prennent une nouvelle tête, et élargissent le panache jusqu'à ce qu'il ait quatre ou cinq pieds de haut, et qu'il soit deux ou trois fois plus large au sommet qu'au pied. Les feuilles et les tiges de ce gramen sont fortes et souvent de trois à quatre pieds de long. Les phoques et les pingouins se réfugient sous ces touffes; et comme ils sortent souvent de la mer tout mouillés, ils rendent si sales et si boueux les sentiers entre les panaches, qu'un homme ne peut y marcher qu'en sautant de la cime d'une touffe à l'autre. Ailleurs les oiseaux appelés *nigauds* s'emparent de ces touffes et y font leurs nids. Ce gramen et les éjections des phoques, des pingouins, et des nigauds, donnent peu à peu une élévation plus considérable au sol du pays. »

On voit par ce récit que la nature se sert de tous les moyens possibles pour donner à la terre les germes de sa fécondité, et pour la couvrir de ce terreau ou terre végétale qui est la base et la matrice de toutes ses productions. Nous avons déjà exposé, à l'article des *volcans*, comment les laves et toutes les autres matières volcanisées se convertissent avec le temps en terre féconde; nous avons démontré la conversion du verre primitif en argile par l'intermède de l'eau. Cette argile, mêlée des détrimens des ani-

1. C'est plutôt que le travail de la nature expire sur ces extrémités polaires ensevelies déjà par les progrès du refroidissement, et qui sont à jamais perdues pour la nature vivante.

maux marins, n'a pas été long-temps stérile; elle a bientôt produit et nourri des plantes dont la décomposition a commencé de former des couches de terre végétale, qui n'ont pu qu'augmenter partout où ce travail successif de la nature n'a point trouvé d'obstacle ou souffert de déchet.

On a vu ci-devant que l'argile et le limon, ou, si l'on veut, la terre argileuse et la terre limoneuse, sont deux matières fort différentes, surtout si l'on compare l'argile pure au limon pur, l'une ne provenant que du verre primitif décomposé par les élémens humides, et l'autre n'étant au contraire que le résidu ou produit ultérieur de la décomposition des corps organisés : mais, dès que les couches extérieures de l'argile ont reçu les benignes impressions du soleil, elles ont acquis peu à peu tous les principes de la fécondité par le mélange des poussières de l'air et du sédiment des pluies; et bientôt les argiles, couvertes ou mêlées de ces limons terreux, sont devenues presque aussi fécondes que la terre limoneuse; toutes deux sont également spongieuses, grasses, douces au toucher, et susceptibles de concourir à la végétation par leur ductilité. Ces caractères communs sont cause que ni les minéralogistes ni même les chimistes ne les ont pas assez distinguées, et que l'on trouve en plusieurs endroits de leurs écrits le nom de *terre argileuse* au lieu de celui de *terre limoneuse*. Cependant il est très-essentiel de ne les pas confondre, et de convenir avec nous que les terres primitives et simples peuvent se réduire à trois, l'argile, la craie, et la terre limoneuse, qui toutes trois different par leur essence autant que par leur origine.

Et quoique la craie ou terre calcaire puisse être regardée comme une terre animale, puisqu'elle n'a été produite que par les détrimens des coquilles, elle est néanmoins plus éloignée que l'argile de la nature de la terre végétale : car cette terre calcaire ne devient jamais aussi ductile; elle se refuse long-temps à toute fécondation; la sécheresse de ses molécules est si grande, et les principes organiques qu'elle contient sont en si petite quantité que par elle-même elle demeureroit stérile à jamais, si le mélange de la terre végétale ou de l'argile ne lui communiquoit pas les élémens de la fécondation. Nous avons déjà eu occasion d'observer que les pays de craie et de pierre calcaire sont beaucoup moins fertiles que ceux d'argile et de cailloux vitreux; ces mêmes cailloux, loin de nuire à la fécondité, y contribuent en se décomposant; leur surface blanchit à l'air, et s'exfolie avec le temps en poussière douce, ductile; et comme cette poussière se trouve en même temps imprégnée du limon des rosées et des pluies, elle forme bientôt une excellente terre végétale, au lieu que la pierre calcaire, quoique réduite en poudre, ne devient pas ductile, mais demeure aride, et n'acquiert jamais autant d'affinité que l'argile avec la terre végétale; il lui faut donc beaucoup plus de temps qu'à l'argile pour s'atténuer au point de devenir féconde. Au reste, toute terre purement calcaire, et tout sable encore aigre et purement vitreux, sont à peu près également impropres à la végétation, parce que les sables vitreux et la craie ne sont pas encore assez décomposés, et n'ont pas acquis le degré de ductilité nécessaire pour entrer seuls dans la composition des êtres organisés.

Et comme l'air et l'eau contribuent beaucoup plus que la terre à l'accroissement des végétaux, et que des expériences bien faites nous ont démontré que dans un arbre, quelque solide qu'il soit, la quantité de terre qu'il a consommée pour son accroissement ne fait qu'une très-petite portion de son poids et de son volume, il est nécessaire que la majeure et très-majeure partie de sa masse entière ait été formée par les trois autres élémens, l'air, l'eau, et le feu : les particules de la lumière et de la chaleur se sont fixées avec les parties aériennes et aqueuses pendant tout le temps du développement de toutes les parties du végétal. Le terreau et le limon sont donc produits originairement par ces trois premiers élémens combinés avec une très-petite portion de terre : aussi la terre végétale contient-elle très-abondamment et très-évidemment tous les principes des quatre élémens réunis aux molécules organiques; et c'est par cette raison qu'elle devient la mère de tous les êtres organisés, et la matrice de tous les corps figurés.

J'ai rapporté ailleurs des essais sur différentes terres dont j'avois fait remplir de grandes caisses, et dans lesquelles j'ai semé des graines de plusieurs arbres. Ces épreuves suffisent pour démontrer que ni les sables calcaires, ni les argiles, ni les terreaux trop nouveaux, ni les fumiers, tous pris séparément, ne sont propres à la végétation; que les graines les plus fortes, telles que les glands, ne poussent que de très-foibles racines dans toutes ces matières, où ils ne font que languir et périssent bientôt : la terre végétale elle-même, lorsqu'elle est ré-

duite en parfait limon et en bol, est alors trop compacte pour que les racines des plantes délicates puissent y pénétrer. La meilleure terre, après la terre de jardin, est celle qu'on appelle *terre franche*, qui n'est ni trop massive, ni trop légère, ni trop grasse, ni trop maigre, qui peut admettre l'eau des pluies sans la laisser trop promptement cribler, et qui néanmoins ne la retient pas assez pour qu'elle y croupisse. Mais c'est au grand art de l'agriculture que l'histoire naturelle doit renvoyer l'examen particulier des propriétés et des qualités des différentes terres soumises à la culture : l'expérience du laboureur donnera souvent des résultats que la vue du naturaliste n'aura pas aperçus.

Dans les pays habités, et surtout dans ceux où la population est nombreuse, et où presque toutes les terres sont en culture, la quantité de terre végétale diminue de siècle en siècle, non seulement parce que les engrais qu'on fournit à la terre ne peuvent équivaloir à la quantité des productions qu'on en tire, et que ordinairement le fermier avide ou le propriétaire passager, plus pressés de jouir que de conserver, effritent, affament leurs terres en les faisant porter au delà de leurs forces, mais encore parce que cette culture donnant d'autant plus de produit que la terre est plus travaillée, plus divisée, elle fait qu'en même temps la terre est plus aisément entraînée par les eaux; ses parties les plus fines et les plus substantielles, dissoutes ou délayées, descendent par les ruisseaux dans les rivières, et des rivières à la mer : chaque orage en été, chaque grande pluie d'hiver, charge toutes les eaux courantes d'un limon jaune dont la quantité est trop considérable pour que toutes les forces et tous les soins de l'homme puissent jamais en réparer la perte par de nouveaux amendemens. Cette déperdition est si grande et se renouvelle si souvent, qu'on ne peut même s'empêcher d'être étonné que la stérilité n'arrive pas plus tôt, surtout dans les terrains qui sont en pente sur les coteaux. Les terres qui les couvroient étoient autrefois grasses, et sont déjà devenues maigres à force de culture; elles le deviendront toujours de plus en plus jusqu'à ce qu'étant abandonnées à cause de leur stérilité elles puissent reprendre, sous la forme de friche, les poussières de l'air et des eaux, le limon des rosées et des pluies, et les autres secours de la nature bienfaisante, qui toujours travaille à rétablir ce que l'homme ne cesse de détruire.

DU CHARBON DE TERRE.

Nous avons vu, dans l'ordre successif des grands travaux de la nature, que les roches vitreuses ont été les premières produites par le feu primitif; qu'ensuite les grès, les argiles, et les schistes, se sont formés des débris et de la détérioration de ces mêmes roches vitreuses, par l'action des élémens humides, dès les premiers temps après la chute des eaux et leur établissement sur le globe; qu'alors les coquillages marins ont pris naissance et se sont multipliés en innombrable quantité, avant et durant la retraite de ces mêmes eaux; que cet abaissement des mers s'est fait successivement par l'affaissement des cavernes et grandes boursouflures de la terre qui s'étoient formées au moment de sa consolidation par le premier refroidissement; qu'ensuite, à mesure que les eaux laissoient en s'abaissant les parties hautes du globe à découvert, ces terrains élevés se couvroient d'arbres et d'autres végétaux, lesquels, abandonnés à la seule nature, ne croissoient et ne se multiplioient que pour périr de vétusté et pourrir sur la terre, ou pour être entraînés, par les eaux courantes, au fond des mers; qu'enfin ces mêmes végétaux, ainsi que leurs détrimens en terreau et en limon, ont formé les dépôts en amas ou en veines que nous retrouvons aujourd'hui dans le sein de la terre sous la forme de charbon; nom assez impropre, parce qu'il paroît supposer que cette matière végétale a été attaquée et cuite par le feu, tandis qu'elle n'a subi qu'un plus ou moins grand degré de décomposition par l'humidité, et qu'elle s'est conservée au moyen de son huile convertie par les acides en bitume.

Les débris et résidus de ces immenses forêts et de ce nombre infini de végétaux nés de plusieurs centaines de siècles avant l'homme, et chaque jour augmentés, multipliés

sans déperdition, ont couvert la surface de la terre de couches limoneuses qui de même ont été entraînées par les eaux, et ont formé en mille et mille endroits des dépôts en masses et des couches d'une très-grande étendue sur le fond de la mer ancienne; et ce sont ces mêmes couches de matière végétale que nous retrouvons aujourd'hui à d'assez grandes profondeurs dans les argiles, les schistes, les grès, et autres matières de seconde formation qui ont été également transportées et déposées par les eaux : la seconde formation de ces veines est donc bien postérieure à celle des matières primitives, puisqu'on ne les trouve qu'avec leurs détrimens et dans les couches déposées par les eaux, et que jamais on n'a vu une seule veine de ce charbon dans les masses primitives de quartz ou de granite.

Comme la masse entière des couches ou veines de charbon a été roulée, transportée, et déposée par les eaux en même temps et de la même manière que toutes les autres matières calcaires ou vitreuses réduites en poudre, la substance du charbon se trouve presque toujours mélangée de matières hétérogènes, et, selon qu'elle est pure, elle devient plus utile et plus propre à la préparation qu'elle doit subir pour pouvoir remplacer comme combustible tous les usages du bois : il y a de ces charbons qui sont si mêlés de poudre de pierre calcaire [1], qu'on ne peut en faire que de la chaux, soit qu'on les brûle en grandes ou en petites masses; il y en a d'autres qui contiennent une si grande quantité de grès, que leur résidu, après la combustion, n'est qu'une espèce de sable vitreux; plusieurs autres sont mélangés de matière pyriteuse : mais tous sans exception tirent leur origine de matières végétales et animales, dont les huiles et les graisses se sont converties en bitume [2].

Il y a donc beaucoup de charbons de terre trop impurs pour pouvoir être préparés et substitués aux mêmes usages que le charbon de bois; celui qu'on pourroit appeler *pur* ne seroit pour ainsi dire que du bitume comme le jayet, qui me paroît faire la nuance entre les bitumes et le charbon de terre : mais dans les meilleurs charbons il se trouve toujours quelques-unes des matières étrangères dont nous venons de parler, et qu'il est difficile d'en séparer; la qualité du charbon est souvent détériorée par l'effervescence des pyrites martiales, occasionée par l'humidité de la terre : comme cette effervescence ne se fait point sans mouvement et sans chaleur, c'est toujours aux dépens du charbon, parce que souvent cette chaleur le pénètre, le consume, et le dessèche; et lorsqu'on lui fait subir une demi-combustion semblable à celle du bois qu'on cuit en charbon, l'on ne fait que lui enlever et convertir en vapeur de soufre les parties pyriteuses, qui souvent y sont trop abondantes.

Mais avant de parler de la préparation et des usages infiniment utiles de ce charbon, il faut d'abord en considérer la substance dans son état de nature; il me paroît certain,

1. A Alais, et dans plusieurs autres endroits du Languedoc, on fait de la chaux avec le charbon même, sans autre pierre ni matières calcaires que celles qu'il contient, et aussi sans autre substance combustible que son propre bitume, qui, après s'être consumé, laisse à nu la base calcaire que le charbon contenoit en grande quantité.

2. M. de Gensanne distingue cinq espèces de charbon de terre qui sont, 1° la houille, 2° le charbon de terre cubique qu'on appelle aussi *carré*, 3° le charbon à facettes ou ardoisé, 4° le charbon jayet, 5° le bois fossile. Je dois observer que M. de Gensanne est le seul des minéralogistes qui ait présenté cette division des charbons de terre dans laquelle le bois fossile ne doit pas être compris tant qu'il n'est pas bitumineux.

La houille est une terre noire bitumineuse et combustible; elle se trouve toujours fort près de la surface de la terre, et voisine des véritables veines de charbon.... Le charbon de terre cubique a ses parties constituantes disposées par cubes arrangés les uns contre les autres; de sorte qu'en les pilant, même très-menu, ces mêmes parties conservent toujours une configuration cubique : il est fort luisant à la vue; il s'en trouve qui représente les plus belles couleurs de l'iris, qui ne sont que l'effet d'une légère efflorescence de soufre.... Le charbon à facettes ou ardoisé ne diffère du charbon cubique que par la configuration de ses parties constituantes, et qu'en ce qu'il est plus sujet que le précédent à renfermer des grains de pyrites qui détériorent sa qualité : on distingue à la vue simple qu'il est composé de petites lames entassées les unes sur les autres, dont l'ensemble forme de petits corps irréguliers rangés les uns à côté des autres.... Le charbon jayet est une substance bitumineuse plus ou moins compacte, lisse, et fort luisante; il est plus pesant que les charbons précédens. Sa dureté est fort variable : il y en a qui est si dur qu'il prend un assez beau poli, et qu'on le taille comme les pierres; on en fait dans bien des endroits des boutons d'habits, des colliers, et d'autres menus ouvrages de cette espèce : il y en a d'autre qui est si mou qu'on le pelote dans la main; et toutes ces différences ne viennent que du plus ou du moins de substance huileuse que ce fossile renferme; car il est bon de remarquer qu'il n'est point de charbon de terre, de quelque espèce qu'il soit, qui ne contienne une portion plus ou moins considérable d'une huile connue sous le nom de *pétrole* ou d'*asphalte*. Le jayet n'est pas, comme le dit M. de Gensanne, plus pesant que les charbons de terre : il est au contraire plus léger; car les charbons de terre ordinaires ne surnagent point dans l'eau au lieu que le jayet y surnage, et c'est même par cette propriété qu'on peut le distinguer du charbon.

comme je viens de le dire, que la matière qui en fait le fonds est entièrement végétale. J'ai cité les faits par lesquels il est prouvé qu'au dessus du toit et dans la couverture de la tête de toutes les veines de charbon il se trouve des bois fossiles et d'autres végétaux dont l'organisation est encore reconnoissable, et que souvent même on y rencontre des couches de bois à demi charbonnifié [1]; on reconnoît les vestiges des végétaux non seulement dans la substance du charbon, mais encore dans les terres et les schistes dont ils sont environnés : il est donc évident que tous les charbons de terre tirent leur origine du détriment des végétaux.

De même on ne peut pas nier que le charbon de terre ne contienne du bitume, puisqu'il en répand l'odeur et l'épaisse fumée au moment qu'on le brûle. Or le bitume n'étant que de l'huile végétale ou de la graisse animale imprégnée d'acide, la substance entière du charbon de terre n'est donc formée que de la réunion des débris solides et de l'huile liquide des végétaux, qui se sont ensuite durcis par le mélange des acides. Cette vérité, fondée sur ces faits particuliers, se prouve encore par le principe général qu'aucune substance dans la nature n'est combustible qu'en raison de la quantité de matière végétale ou animale qu'elle contient, puisqu'avant la naissance des animaux et des végétaux la terre entière a non seulement été brûlée, mais fondue et liquéfiée par le feu : en sorte que toute matière purement brute ne peut brûler une seconde fois.

Et l'on auroit tort de confondre ici le soufre avec les bitumes, par la raison qu'ils se trouvent souvent ensemble dans le charbon de terre. Le soufre ne provient que de la combustion des pyrites formées elles-mêmes de l'acide et du feu fixe contenus dans les substances organisées, au lieu que les bitumes ne sont que leurs huiles grossières imprégnées d'acide : aussi les bitumes ne contiennent point de soufre et les soufres ne contiennent point de bitume. Ces deux combinaisons, opposées dans des matières qui toutes deux proviennent du détriment des corps organisés, indiquent assez que les moyens employés par la nature pour les former sont différens l'un de l'autre, puisque ces deux produits ne se réunissent ni ne se rencontrent ensemble. En effet, le soufre est formé par l'action du feu, et le bitume par celle de l'acide sur l'huile. Le soufre se produit par la combinaison du feu fixe [1] contenu dans les substances organisées lorsqu'il est saisi par l'acide vitriolique; les bitumes, au contraire, ne sont que les huiles mêmes des végétaux décomposées par l'eau et mêlés avec les acides : aussi l'odeur du soufre et celle du bitume sont-elles très-différentes dans la combustion; et l'un des plus grands défauts que puisse avoir le charbon de terre, surtout pour les usages de la métallurgie, c'est d'être trop mêlé de matière pyriteuse, parce que, dans la combustion, les pyrites donnent une grande quantité de soufre : l'excellente qualité du charbon vient au contraire de la pureté de la matière végétale et de l'intimité de son union avec le

1. Outre les impressions de plantes assez communes dans le toit de ces mines, on rencontre fréquemment, dans leur voisinage ou dans les fouilles qu'entraîne leur exploitation, des portions de bois, et même des arbres entiers.

M. l'abbé de Sauvages fait mention dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1743, page 413, de fragmens de bois pierreux fortement incrustés du côté de l'écorce, d'un ou deux pouces de charbon de terre, dans lequel s'étoit faite cette pétrification.

Il est très-ordinaire de trouver au dessus des mines de houille du bois qui n'est point du tout décomposé; mais à mesure qu'on le trouve enfoui plus profondément, il est sensiblement plus altéré.

A Bull, près de Cologne et de Bonn, M. de Bury, fameux houilleur de Liége, en faisant fouiller dans un vallon, trouva une espèce de *terre houille*, qui n'étoit autre chose que du bois qui avoit été couvert par une montagne de terre.

Il y a plusieurs mines dans lesquelles on ne peut méconnoître des troncs et des branches d'arbres qui ont conservé leur texture fibreuse, compacte, comme on en trouve à Querfurt, dont la couleur est d'un brun jaunâtre. M. Darcet a vu, dans la mine de Wentorcastle, un tronc de la grosseur d'un mât de petit vaisseau, qui étoit implanté dans l'argile, tout-à-fait à l'extrémité et hors de la mine: la partie supérieure étoit du vrai charbon de terre absolument semblable à celui de la mine, tandis que la partie de dessous ce même tronc étoit encore du bois, et ne sautoit pas en éclats comme celle du dessus; mais elle se fendoit, et la hache y étoit retenue comme elle a coutume de s'arrêter dans le bois.

Outre ces troncs d'arbres épars, ces débris de bois, il est des endroits où l'on ne connoît pas de mines de charbon de terre, et où l'on rencontre, à une grande profondeur, des amas de bois fossiles, disposés par bancs séparés les uns des autres par des lits terreux, et qui présentent en tout des soupçons raisonnables d'un passage de la nature ligneuse à celle de la houille, d'une vraie transmutation de bois en charbon de terre. (*Du charbon de terre*, par M. Morand, p. 5 et 6.)

M. de Gensanne cite lui-même quelques mines de charbon de terre dont les têtes sont composées de bois fossiles.

1. Si l'on objecte qu'il se produit du soufre non seulement par le feu, mais sans feu, et par ce que l'on appelle la *voie humide*, comme dans les voiries et les fosses d'aisances, je répondrai que ce passage ou changement ne se fait que par une effervescence accompagnée d'une chaleur qui fait ici le même effet que le feu.

bitume ; néanmoins les charbons trop bitumineux ont peu de chaleur, et donnent une flamme trop passagere ; et il paroît que la parfaite qualité du charbon vient de la parfaite union du bitume avec la base terreuse, qui ne permet que successivement les progrès et le développement du feu.

Or les matières végétales se sont accumulées en masses, en couches, en veines, en filons, ou se sont dispersées en petits volumes, suivant les différentes circonstances; et lorsque ces grandes masses, composées de végétaux et de bitume, se sont trouvées voisines de quelques feux souterrains, elles ont produit, par une espèce de distillation naturelle, les sources de pétrole, d'asphalte, et des autres bitumes liquides que l'on voit couler quelquefois à la surface de la terre, mais plus ordinairement à de certaines profondeurs dans son intérieur, et même au fond des lacs [1] et de quelques plages de la mer [2]. Ainsi toutes les huiles qu'on appelle *terrestres*, et qu'on regarde vulgairement comme des huiles minérales, sont des bitumes qui tirent leur origine des corps organisés, et qui appartiennent encore au règne végétal ou animal : leur inflammabilité, la constance et la durée de leur flamme, la quantité très-petite de cendres ou plutôt de matiere charbonneuse qu'ils laissent après la combustion, démontrent assez que ce ne sont que des huiles plus ou moins dénaturées par les sels de la terre, qui leur donnent en même temps la propriété de se durcir et de faire ciment dans la plupart des matières où ils se trouvent incorporés.

Mais, pour nous en tenir à la seule considération du charbon de terre dans son état de nature, nous observerons d'abord qu'on peut passer par degrés de la tourbe récente et sans mélange de bitume à des tourbes plus anciennes devenues bitumineuses, du bois charbonnifié aux véritables charbons de terre, et que par conséquent on ne peut guere douter, indépendamment des preuves rapportées ci-devant, que ces charbons ne soient de véritables végétaux que le bitume a conservés. Ce qui me fait insister sur ce point c'est qu'il y a des observateurs qui donnent à ces charbons une tout autre origine : par exemple, M. Genneté prétend que le charbon de terre est produit par un certain roc ou grès auquel il donne le nom d'*agas* [3] ; et M. de Gensanne, l'un de nos plus savans minéralogistes, veut que la substance de ce charbon ne soit que de l'argile. La première opinion n'est fondée que sur ce que M. Genneté a vu des veines de charbon sous des bancs de gres ou d'agas, lesquelles veines paroissent s'augmenter ou se régénérer dans les endroits vides dont on a tiré le charbon quelques années auparavant : il dit positivement que le roc (*agas*) est la matrice du charbon; que dans le pays de Liége la masse de ce roc est à celle du charbon comme 25 sont à 1, en sorte qu'il y a vingt-cinq pieds cubiques de roc pour un pied cube de charbon, et qu'il est étonnant que ces vingt-cinq pieds de roc suffisent pour fournir le suc nécessaire à la formation d'un pied cube de charbon. Il assure qu'il se reproduit dans ces mêmes veines trente ou quarante ans après qu'elles ont été vidées, et que ce charbon nouvellement produit les remplit dans ce même espace de temps. « On voit, ajoute-t-il, que la houille est formée d'un suc bitumineux qui distille du roc, s'y arrange en veines d'une grande régularité, s'y durcit comme la pierre; et voilà a ssi sans doute pourquoi elle se reproduit. Mais pendant mille ans qu'une veine de houille demeure entre les bancs de roc qui la soutiennent et la couvrent sans aucun vide, et sans que cette veine augmente en épaisseur non plus qu'en long et en large, et encore sans qu'elle fasse de dépôt ailleurs, autant qu'on sache, que devient donc le suc bitumineux qui, dans quarante ans, peut reproduire et produit en effet une semblable veine? Je ne sais, continue-t-il, s'il est possible de dévoiler ce mystère. »

M. Genneté est peut-être de tous nos minéralogistes celui qui a donné les meilleurs renseignemens pour l'exploitation des mines de charbon, et je rends bien volontiers justice au mérite de cet habile homme, qui a joint à une excellente pratique de très-bon-

1. L'asphalte est en très-grande quantité dans la mer Morte de Judée, à laquelle on a même donné le nom de *lac Asphaltique ;* ce bitume s'élève à la surface de l'eau, et les voyageurs ont remarqué dans les plaines voisines de ce lac plusieurs pierres et mottes de terre bitumineuses.

2. Flaccour dit avoir vu entre le cap Vert et le cap de Bonne Espérance un espace de mer qui avoit une teinture jaune, comme d'une huile ou bitume qui surnageoit, et qui, venant à se figer par succession de temps, durcit ainsi que l'ambre jaune ou succin.

3. « La matrice dans laquelle s'arrangent les veines de houille est une sorte de grès dur comme du fer, dans l'intérieur de la terre, mais qui se réduit en poussière lorsqu'il est exposé à l'air : les houilleurs nomment cette pierre *agas*. » J'ai vu de ces pierres pyriteuses, qui sont en effet très-dures, dans l'intérieur de la terre, et dont on ne peut percer les bancs qu'à force de poudre, et qui se décomposent à l'air; elles se trouvent assez souvent au dessus des veines de charbon.

nes remarques ; mais sa théorie, que je viens d'exposer, ne me paroît tirée que d'un fait particulier, dont il ne falloit pas faire un principe général. Il est certain, et je l'ai vu moi-même, qu'il se forme dans quelques circonstances des charbons nouveaux par la stillation des eaux, de la même manière qu'il se forme de nouvelles pierres, des albâtres, et des marbres nouveaux, dans tous les endroits qui se trouvent au dessous des matières de même espèce : ainsi, dans une veine de charbon tranchée verticalement et abandonnée depuis du temps, on voit sur les parois et entre les petits lits de l'ancien charbon une concrétion ordinairement brune et quelquefois blanchâtre, qui n'est qu'une véritable stalactite ou concrétion de la même nature que le charbon dont elle tire son origine par la filtration de l'eau. Ces incrustations charbonneuses peuvent augmenter avec le temps, et peut-être remplir, dans une longue succession d'années, une fente de quelques pouces, ou, si l'on veut, de quelques pieds de largeur : mais, pour que cet effet soit produit, il est nécessaire qu'il y ait au dessus ou autour de la fente ou cavité qui se remplit une masse de charbon, laquelle fournit non seulement le bitume, mais encore les autres parties composantes de ce charbon qui se forme, c'est-à-dire la partie végétale, sans quoi ce nouveau charbon ne ressembleroit pas à l'autre, et s'il ne découloit que du bitume, la stillation ne formeroit que du bitume pur et non pas du charbon. Or M. Genneté convient et même affirme que les veines anciennement vidées se remplissent en quarante ans de charbon tout semblable à celui qu'elles contenoient, et que cela ne se fait que par le suintement du bitume fourni par le roc voisin de cette veine; dès lors il faut qu'il convienne aussi que cette veine ne pourroit, par ce moyen, être remplie d'autre chose que de bitume, et non pas de charbon. Il faut de même qu'il fasse attention à une chose très-naturelle et très-possible, c'est qu'il y a certaines pierres, agas, ou autres, qui non seulement sont bitumineuses, mais encore mélangées par lits ou par filons de vraie matiere de charbon, et que très-probablement les veines qu'il dit s'être remplies de nouveau étoient environnées et couvertes de cette espèce de roche à demi charbonneuse; et dès lors ce mystere qu'il ne croit pas possible de dévoiler est un effet très simple et très-ordinaire dans la nature. Il me semble qu'il n'est pas nécessaire d'en dire davantage pour qu'on soit bien convaincu que jamais ni le grès, ni l'agas, ni aucune autre roche, n'ont été les matrices d'aucun charbon de terre, à moins qu'ils n'en soient eux-mêmes mélangés en très-grande quantité.

L'opinion de M. de Gensanne est beaucoup mieux appuyée, et ne me paroît s'éloigner de la vérité que par un point sur lequel il étoit facile de se méprendre, c'est de regarder l'argile et le limon, ou, pour mieux dire, la terre argileuse et la terre limoneuse, comme n'étant qu'une seule et même chose. Le charbon de terre, selon M. de Gensanne, est une terre argileuse, mêlée d'assez de bitume et de soufre pour qu'elle soit combustible. « A la vérité, dit-il, ce charbon dans son état naturel ne contient aucun soufre formé; mais il en renferme tous les principes, qui, dans le moment de la combustion, se développent, se combinent ensemble, et font un véritable soufre. »

Il me semble que ce savant auteur n'auroit pas dû faire entrer le soufre dans sa définition du charbon de terre, puisqu'il avoue que le soufre ne se forme que dans sa combustion. Il ne fait donc pas partie réelle de la composition naturelle du charbon; et en effet, l'on connoît plusieurs de ces charbons qui ne donnent point de soufre à la combustion. Ainsi l'on ne doit pas compter le soufre dans les matieres dont tout charbon de terre est essentiellement composé, ni dire avec M. de Gensanne qu'on doit regarder les veines de charbon de terre comme de vraies mines de soufre. Et ce qui prouve évidemment que, dans le charbon pur, il n'y a point de soufre formé, c'est qu'en raffinant le cuivre, le plomb, et l'argent, avec du charbon pur, on n'observe pas la moindre décomposition du métal; point de *matte*, point de *plackmall*, même après plusieurs heures de chauffe [1].

Mais un autre point bien plus important, c'est l'assertion positive que le fonds du charbon de terre n'est que de l'argile; en sorte que, suivant ce physicien, tous les naturalistes se sont trompés lorsqu'ils ont dit que ces charbons étoient des débris de forêts et d'autres végétaux ensevelis par des bouleversemens quelconques. « Il est vrai, continue-t-il, que la mer Baltique charrie tous les printemps une quantité de bois qu'elle amène du Nord, et qu'elle arrange par couches sur les côtes de la Prusse, qui sont successivement recouvertes par les sables : mais ces bois ne deviendroient jamais charbon de

1. Note communiquée par M. Le Camus de Limare, le 5 juillet 1780.

terre s'il n'y survenoit pas une substance bitumineuse qui se combine avec eux pour leur donner cette qualité ; sans cette combinaison ils se pourriront et deviendront terre.» Ceci m'arrête une seconde fois ; car l'auteur convenant que le charbon de terre peut se former de bois et de bitume, pourquoi veut-il que tous les charbons soient composés de terre argileuse ? et ne suffit-il pas de dire que, partout où les bois et autres débris de végétaux se seront bituminisés par le mélange de l'acide, ils seront devenus charbons de terre ? et pourquoi composer cette matière combustible d'une matière qui ne peut brûler ? N'y a-t-il pas nombre de charbons qui brûlent en entier, et ne laissent après la combustion que des cendres même encore plus douces et plus fines que celles du bois[1] ? Il est donc très-certain que ces charbons qui brûlent en entier ne contiennent pas plus d'argile que le bois ; et ceux qui se boursouflent dans la combustion et laissent une sorte de scorie semblable à du mâchefer léger n'offrent ce résidu que parce qu'ils sont en effet mêlés, non pas d'argile, mais de limon, c'est-à-dire de terre végétale, dans laquelle toutes les parties fixes du bois se sont rassemblées : or j'ai démontré en plusieurs endroits de cet ouvrage, et surtout dans les mémoires de la partie expérimentale, que l'origine du mâchefer ne doit point être attribuée au fer, puisqu'on trouve le même mâchefer dans le feu de l'orfèvre, comme dans celui du forgeron, et que j'ai fait moi-même du mâchefer en grande quantité avec du charbon de bois seul et sans addition d'aucun minéral : dès lors le charbon de terre doit en produire comme le charbon de bois ; et lorsqu'il en donne en plus grande quantité, c'est que, sous le même volume, il contient plus de parties fixes que le charbon de bois. J'ai encore prouvé, dans ces mêmes mémoires et dans l'article précédent, que le limon ou la terre végetale est le dernier résidu des végétaux décomposés, qui d'abord se réduisent en terreau et par succession de temps en limon ; j'ai de même averti qu'il ne falloit pas confondre cette terre végétale ou limoneuse avec l'argile, dont l'origine et les qualités sont toutes différentes, même à l'égard des effets du feu, puisque l'argile s'y resserre et que le limon se boursoufle ; et cela seul prouveroit qu'il n'y a jamais d'argile, du moins en quantité sensible, dans le charbon de terre, et que dans ceux qui laissent, après la combustion, une scorie boursouflée, il y a toujours une quantité considérable de ce limon formé des parties fixes des végétaux : ainsi tout charbon de terre pur n'est réellement composé que de matières provenant plus ou moins immédiatement des végétaux.

Pour mieux entendre la génération primitive du charbon de terre et développer sa composition, il faut se rappeler tous les degrés et même tâcher de suivre les nuances de la décomposition des végétaux, soit à l'air, soit dans l'eau : les feuilles, les herbes, et les bois abandonnés et gisans sur la terre, commencent par fermenter ; et, s'ils sont accumulés en masses, cette effervescence est assez forte pour les échauffer au point qu'ils brûlent ou s'enflamment d'eux-mêmes : l'effervescence développe donc toutes les parties du feu fixe que les végétaux contiennent ; et ces parties ignées étant une fois enlevées, le terreau produit par la décomposition de ces végétaux n'est qu'une espèce de terre qui n'est plus combustible, parce qu'elle a perdu, et pour ainsi dire exhalé dans l'air, les principes de sa combustibilité. Dans l'eau la décomposition est infiniment plus lente, l'effervescence insensible, et ces mêmes végétaux conservent très-long-temps, et peut-être à jamais, les principes combustibles qu'ils auroient en très-peu de temps perdus dans l'air. Les tourbes nous représentent cette première décomposition des végétaux dans l'eau ; la plupart ne contiennent pas de bitume et ne laissent pas de brûler. Il en est de même de tous ces bois fossiles noirs et luisans qui sont décomposés au point de ne pouvoir en connoître les espèces, et qui cependant ont conservé assez de leurs principes inflammables pour brûler, et qui ne donnent en brûlant aucune odeur de bitume : mais lorsque ces bois ont été long-temps enfouis ou submergés, ils se sont bituminisés d'eux-mêmes par le mélange de leur huile avec les acides ; et quand ces mêmes bois se sont trouvés sous des couches de terre mêlées de pyrites ou abreuvées de

1. « A Birmingham on emploie dans les cheminées une autre espèce de charbon qui est plus cher que le charbon de terre ordinaire : on l'appelle *flew-coal* ; la mine est situee à sept milles au nord de Birmingham, à *Wedgbory near Warsal in Staffordshire* : on le tire par gros morceaux qui ont beaucoup de consistance, et il se vend trois *pence and penny* le cent, du poids de cent douze livres, faisant à peu près un quintal, poids de marc. Ce charbon s'allume avec du papier, comme du bois de sapin ; sa flamme est blanche et claire ; son feu très-ardent : il est d'ailleurs sans odeur, et il se réduit en une cendre blanche aussi légère que celle du bois. Cette espèce de charbon n'a point été décrite dans M. Morand, ni dans aucun autre ouvrage de ma connoissance. » (*Note communiquée par M. Le Camus de Limare, le 5 juillet 1780*)

sucs vitrioliques, ils sont devenus pyriteux ; et, dans cet état, ils donnent en brûlant une forte odeur de soufre.

En suivant cette décomposition des végétaux sur la terre, nous verrons que les herbes, les roseaux, et même les bois légers et tendres, tels que les peupliers, les saules, donnent, en se pourrissant, un terreau noir tout semblable à la terre que l'on trouve souvent par petits lits très-minces au dessus des mines de charbon ; tandis que les bois solides, tels que le chêne, le hêtre, conservent de la solidité, même en se décomposant, et forment ces couches de bois fossiles qui se trouvent aussi très-souvent au dessus des mines de charbon. Enfin le terreau, par succession de temps, se change en limon ou terre végétale, qui est le dernier résidu de la décomposition de tous les êtres organisés. L'observation m'a encore démontré cette vérité : mais tout le terreau dont la décomposition se sera faite lentement, et qui ne s'étoit pas trouvé accumulé en grandes masses, n'aura par conséquent pas perdu la totalité de ses principes combustibles par une prompte fermentation, et le limon, qui n'est que le terreau même seulement plus atténué, aura aussi conservé une partie de ces mêmes principes. Le terreau, en se changeant en limon, de noir devient jaune ou roux par la dissolution du fer qu'il contient ; il devient aussi onctueux et pétrissable par le développement de son huile végétale : dès lors tout terreau et même tout limon, n'étant que les résidus des substances végétales, ont également retenu plus ou moins de leurs principes combustibles ; et ce sont les couches anciennes de ces mêmes bois, terreaux et limons, lesquelles se présentent aujourd'hui sous la forme de tourbe, de bois fossile, de houille, et de charbon ; car il est encore nécessaire, pour éviter toute confusion, de distinguer ici ces deux dernières matières, quoique la plupart des écrivains aient employé leurs noms comme synonymes : mais nous n'adopterons, avec M. de Gensanne, celui de *houille*[1] que pour ces terres noires et combustibles qui se trouvent souvent au dessus et quelquefois au dessous des veines de charbon, et qui sont l'un des plus sûrs indices de la présence de ces fossiles ; et ces houilles ne sont autre chose que nos terreaux[2] purs ou mêlés d'une petite quantité de bitume. La vase qui se dépose dans la mer par couches inclinées suivant la pente du terrain, et s'étend souvent à plusieurs lieues du rivage, comme à la Guiane, n'est autre chose que le terreau des arbres ou autres végétaux qui trop accumulés sur ces terres inhabitées, sont entraînés par les eaux courantes ; et les huiles végétales de cette vase, saisies par les acides de la mer, deviendront, avec le temps, de véritables houilles bitumineuses, mais toujours légères et friables, comme le terreau dont elles tirent leur origine, tandis que les végétaux eux-mêmes moins décomposés, étant de même entraînés et déposés par les eaux, ont formé les véritables veines de charbon de terre, dont les caractères distinctifs et différens de ceux de la houille se reconnoissent à la pesanteur du charbon, toujours plus compacte que la houille, et au gonflement qu'il prend au feu en s'y boursouflant comme le limon, et

1. M. Morand, de l'Académie des Sciences, qui a fait un très-grand et bon ouvrage sur le charbon de terre, a regardé, avec la plupart des minéralogistes, les noms de *houille* et de *charbon de terre* comme synonymes : il dit que dans le pays de Liége on distingue les matières combustibles des mines en houille grasse, en houille maigre, en charbons forts, et en charbons foibles.... Cette houille grasse s'emploie à Liége dans les foyers ; elle se colle aisément au feu ; elle rend plus de chaleur que la houille maigre.... Elle se réduit, pour la plus grande partie, en cendres grisâtres, mais plus graveleuses que celles du bois ; son feu est trop ardent, et elle est trop grasse pour que les maréchaux puissent s'en servir : le feu de la houille maigre est plus foible ; elle est presque généralement en usage pour les feux domestiques.... Elle dure plus long-temps au feu ; et lorsque son peu de bitume est consumé, elle se réduit en braise qu'on allume, sans qu'elle donne de l'odeur ni presque de fumée. Les charbons forts sont d'une couleur noire plus décidée et plus frappante que les charbons foibles ; ils sont gras au toucher et comme onctueux par la grande quantité de bitume qu'ils contiennent : ces charbons forts sont excellens dans tous les cas où il faut un feu d'une grande violence, comme dans les plus grosses forges ; ils pénètrent également les parties du fer, les rendent propres à recevoir toutes sortes d'impressions, réunissent même les parties qui ne seroient pas assez liées : mais, par sa trop grande ardeur, ce charbon fort ne convient pas plus aux maréchaux que la houille grasse.

Le charbon foible est toujours un charbon qui se trouve aux extrémités d'une veine ; il donne beaucoup moins de chaleur que le charbon fort, et ne peut servir qu'aux cloutiers, aux maréchaux, et aux petites forges, pour lesquelles on a besoin d'un feu plus doux.... Son usage ordinaire est pour les briquetiers ou tuiliers, et pour les fours à chaux, où le feu trop violent des charbons forts pénétreroit trop précipitamment les parties de la terre et de la pierre, les diviseroit, et les détruiroit.. Les charbons foibles se trouvent aussi dans les veines très-minces; ils sont toujours menus, et souvent en poussière.

2. « C'est dans une pareille terre que j'ai trouvé, à huit pieds de profondeur, des racines encore très-reconnoissables, environnées de terreau où l'on aperçoit déjà quelques couches de petits cubes de charbon. » (*Note communiquée par M. de Morveau.*)

en donnant de même une scorie plus ou moins poreuse.

Ainsi je crois pouvoir conclure, de ces réflexions et observations, que l'argile n'entre que peu ou point dans la composition du charbon de terre ; que le soufre n'y entre que sous la forme de matière pyriteuse qui se combine avec la substance végétale, de sorte que l'essence du charbon est entièrement de matiere végétale, tant sous la forme de bitume que sous celle du végétal même. Les impressions si multipliées des différentes plantes qu'on voit dans tous les schistes limoneux qui servent de toits aux veines de charbon sont des témoins qu'on ne peut récuser, et qui démontrent que c'est aux végétaux qu'est due la substance combustible que ces schistes contiennent.

Mais, dira-t-on, ces schistes, qui non seulement couvrent, mais accompagnent et enveloppent de tous côtés et en tous lieux les veines de charbon, sont eux-mêmes des argiles durcies et qui ne laissent pas d'être combustibles. A cela, je réponds que la méprise est ici la même : ces schistes combustibles qui accompagnent la veine du charbon sont, comme l'on voit, mêlés de la substance des végétaux dont ils portent les impressions ; la même matière végétale qui a fait le fonds de la substance du charbon a dû se mêler avec le schiste voisin ; et dès lors ce n'est plus du schiste pur ou de la simple argile durcie, mais un composé de matière végétale et d'argile, un schiste limoneux imprégné de bitume, et qui dès lors a la propriété de brûler. Il en est de même de toutes les autres terres combustibles que l'on pourroit citer ; car il ne faut pas perdre de vue le principe général que nous avons établi, savoir, que rien n'est combustible que ce qui provient des corps organisés.

Après avoir considéré la nature du charbon de terre, recherché son origine, et montré que sa formation est postérieure à la naissance des végétaux, et même encore postérieure à leur destruction et à leur accumulation dans le sein de la terre, il faut maintenant examiner la direction, la situation, et l'étendue des veines de cette matière, qui, quoique originaire de la surface de la terre, ne laisse pas de se trouver enfoncée à de grandes profondeurs ; elle occupe même des espaces très-considérables et se rencontre dans toutes les parties du globe. Nous sommes assurés, par des observations constantes, que la direction la plus générale des veines de charbon est du levant au couchant, et que quand cette *allure* (comme disent les ouvriers) est interrompue par une *failie*, qu'ils appellent *caprice de pierre*, la veine que cet obstacle fait tourner au nord ou au midi reprend bientôt sa première direction du levant au couchant. Cette direction, commune au plus grand nombre des veines de charbon, est un effet particulier dépendant de l'effet général du mouvement qui a dirigé toutes les matières transportées par les eaux de la mer, et qui a rendu les pentes de tous les terrains plus rapides du côté du couchant. Les charbons de terre ont donc suivi la loi générale imprimée par le mouvement des eaux à toutes les matières qu'elles pouvoient transporter, et en même temps ils ont pris l'inclinaison de la pente du terrain sur lequel ils ont été déposés, et sur lequel ils sont disposés toujours parallèlement à cette pente ; en sorte que les veines de charbon, même les plus étendues, courent presque toutes du levant au couchant, et ont leur inclinaison au nord en même temps qu'elles sont plus ou moins inclinées dans chaque endroit, suivant la pente du terrain sur lequel elles ont été déposées ; il y en a même qui approchent de la perpendiculaire : mais cette grande différence dans leur inclinaison n'empêche pas qu'en général cette inclinaison n'approche, dans chaque veine, de plus en plus de la ligne horizontale, à mesure que l'on descend plus profondément ; c'est alors l'endroit que les ouvriers appellent le *plateur* de la mine, c'est-à-dire le lieu plat et horizontal auquel aboutit la partie inclinée de la veine. Souvent, en suivant ce plateur fort loin, on trouve que la veine se relève et remonte non seulement dans la même direction du levant au couchant, mais encore sous le même degré à très-peu près d'inclinaison qu'elle avoit avant d'arriver au plateur ; mais ceci n'est qu'un effet particulier, et qui n'a été encore reconnu que dans quelques contrées, telles que le pays de Liége : il dépend de la forme primitive du terrain, comme nous l'expliquerons tout à l'heure ; d'ordinaire, lorsque les veines inclinées sont arrivées à la ligne du niveau, elles ne descendent plus, et ne remontent pas de l'autre côte de cette ligne [1].

1. « L'inclinaison des veines de charbon, dit M. de Gensanne, n'affecte pas une aire de vent déterminée ; il y en a qui penchent vers le levant d'autres vers le couchant, et ainsi des autres points de l'horizon : elles n'ont rien de commun non plus avec le penchant des montagnes dans lesquelles elles se trouvent. » Je dois observer que ce rapport de l'inclinaison des veines avec le penchant des montagnes a existé anciennement et nécessaire-

A cette disposition générale des veines, il faut ajouter un fait tout aussi général, c'est que la même veine va en augmentant d'épaisseur à mesure qu'elle s'enfonce plus profondément, et que nulle part son épaisseur n'est plus grande que tout au fond, lorsqu'on est arrivé au plateur ou ligne horizontale. Il est donc évident que ces couches ou veines de charbon, qui, dans leur inclinaison, suivent la pente du terrain, et qui deviennent en même temps d'autant plus épaisses que la pente est plus douce, et encore plus épaisses dès qu'il n'y a plus de pente, suivent en cela la même loi que toutes les autres matieres transportées par les eaux, et déposées sur des terrains inclinés. Ces dépôts faits par alluvion sur ces terrains en pente ne sont pas seulement composés de veines de charbon, mais encore de matières de toute espèce, comme de schistes, de grès, d'argile, de sable, de craie, de pierre calcaire, de pyrites; et, dans cet amas de matières étrangères qui séparent les veines, il s'en trouve souvent qui sont en grandes masses dures et en bancs inclinés, toujours parallèlement aux veines de charbon.

Il y a ordinairement plusieurs couches de charbon les unes au dessus des autres, et séparées par une épaisseur de plusieurs pieds et même de plusieurs toises de ces matieres étrangeres. Les veines de charbon s'écartent rarement de leur direction : elles peuvent, comme nous venons de le dire, former quelque inflexion; mais elles reprennent ensuite leur première direction. Il n'en est pas absolument de même de leur inclinaison : par exemple, si la veine la plus extérieure de charbon a son inclinaison de dix degrés, la seconde veine, quoique à vingt ou trente pieds plus bas que le première, aura, dans le même endroit, la même inclinaison d'environ dix degrés; et si, en fouillant plus profondément, il se trouve une troisieme, une quatrième veine, etc., elles auront encore à peu près le même degré d'inclinaison : mais ce n'est que quand elles ne sont séparées que par des couches d'une médiocre épaisseur; car si la seconde veine, par exemple, se trouve éloignée de la première par une épaisseur très-considérable, comme de cent cinquante ou deux cents pieds perpendiculaires, alors cette veine, qui est à deux cents pieds au dessous de la premiere, est moins inclinée, parce qu'elle prend plus d'épaisseur à mesure qu'elle descend, et qu'il en est de même de la masse intermédiaire de matières étrangères, qui sont aussi toujours plus épaisses à une plus grande profondeur.

Pour rendre ceci plus sensible, supposons un terrain en forme d'entonnoir, c'est-à-dire une plaine environnée de collines dont les pentes soient à peu près égales : si cet entonnoir vient à se remplir par des alluvions successives, il est certain que l'eau déposera ses sédimens tant sur les pentes que sur le fond : et, dans ce cas, les couches déposées se trouveront également épaisses en descendant d'un côté et en remontant de l'autre ; mais ce dépôt formera sur le plan du fond une couche plus épaisse que sur les pentes, et cette couche du fond augmentera encore d'épaisseur par les matières qui pourront descendre de la pente : aussi les veines de charbon sont-elles, comme nous venons de le dire, toujours plus épaisses sur le plateur que dans le cours de leur inclinaison; les lits qui les séparent sont aussi plus épais par la même raison. Maintenant, si, dans ce même terrain en entonnoir, il se fait un second dépôt de la même matière de charbon, il est évident que, comme l'entonnoir est rétréci et les pentes adoucies par le premier dépôt, cette seconde veine, plus extérieure que la première, sera un peu moins inclinée, et n'aura qu'une moindre étendue dans son plateur; en sorte que, s'il s'est formé de cette même manière plusieurs veines les unes au dessus des autres, et chacune séparée par de grandes épaisseurs de matieres étrangères, ces veines et ces matières auront d'autant plus d'inclinaison qu'elles seront plus intérieures, c'est-à-dire plus voisines du terrain sur lequel s'est fait le premier dépôt; mais comme cette différence d'inclinaison n'est pas fort sensible dans les veines qui ne sont pas à de grandes distances les unes des autres en profondeur, les minéralogistes se sont accordés à dire que toutes les veines de charbon sont parfaitement parallèles : cependant il est sûr que cela n'est exactement vrai que quand les veines ne sont séparées que par des lits de médiocre ou de petite épaisseur; car celles qui sont séparées par de grandes épaisseurs ne peuvent pas avoir la même inclinaison, à moins qu'on ne suppose un entonnoir d'un diametre immense, c'est-à-dire une contrée entiere comme le pays de Liége, dont tout le sol est composé de veines de charbon jusqu'à une tres-grande profondeur.

ment, et l'observation de M. de Gensanne doit être particularisée pour les terrains qui ont subi des changemens depuis le temps du dépôt des veines. *Voyez ci après.*

M. Genneté a donné l'énumération [1] de toutes les couches ou veines de charbon de la montagne de Saint-Gilles au pays de Liége, et j'ai cru devoir en donner ici le tableau, quoiqu'il y ait beaucoup plus de fictif et de conjectural que de réel dans son

1. « Pour donner, dit-il, l'idée la plus complète de la marche variée des veines qui garnissent un même terrain, j'ai choisi la montagne de Saint-Gilles près de Liége, qui est presque dans le milieu de la trace où ces veines filent du levant au couchant, et où le penchant de la montagne fait découvrir le plus grand nombre de veines, avec les plus grandes profondeurs auxquelles on puisse les atteindre... Le diamètre du plateau (de cette montagne) est d'environ mille pieds : c'est aussi la longueur de la première veine.... qui s'étend de tous côtes, tant en longueur qu'en largeur, ainsi que tous les autres qui suivent. »

	ÉPAISS.		DIST.	
	p.	p°.	p.	p°.
Distance du gazon à la première veine.	»	»	21	»
Épaisseur de cette première veine.	1	3	»	»
Cette première veine n'a partout qu'un seul lit ou épaisseur uniforme : elle a un doigt d'épaisseur de *houage* (terre noire, meuble, qui se trouve dessous ou entre les bancs de houille) en dessous ; ce qui la rend très-facile à l'exploitation.				
Distance de la première à la seconde veine................	»	»	42	»
Épaisseur de la deuxième veine..	1	7	»	»
Elle est separée en deux lits par un doigt d'épaisseur de houage.				
Distance de la deuxième à la troisième veine........... .	»	»	84	»
Épaisseur de la troisième veine.	4	3	»	»
Cette troisième veine est quelquefois séparée en deux par un ou deux pieds de roc; et, à prendre la chose en général, on peut compter depuis un pied jusqu'à une et même deux toises de distance entre ces deux lits de houille, qui ne font cependant qu'une seule veine.				
Distance de la troisième à la quatrième veine....	»	»	49	»
Épaisseur de la quatrième veine.	1	7	»	»
Elle a trois pouces de houage en bas ; sa houille est bonne, et brûle comme le charbon du meilleur bois.				
Distance de la quatrième à la cinquième veine..............	»	»	42	»
Épaisseur de la cinquième veine.	1	3	»	»
Cette cinquième veine est mêlée de pierres qui prennent la moitié de son épaisseur, et la réduisent à sept ou huit pouces, divisés en trois couches ; elle renferme quelquefois des pyrites sulfureuses qui lui donnent une odeur désagréable en brûlant.				
Distance de la cinquième à la sixième veine............ ..	»	»	56	»
Épaisseur de la sixième veine...	»	7	»	»
Distance de la sixième à la septième veine................	»	»	56	»
Épaisseur de cette septième veine.	2	3	»	»
La houille de cette veine est de bonne qualité ; c'est à cette veine que commence à toucher la grande faille qui coupe ensuite toutes celles qui sont au dessous.				
Distance entre la septième et la huitième veine...	»	»	21	»
Épaisseur de la huitième veine..	2	7	»	»
Elle est séparée en deux par une épaisseur de deux à trois pouces de pierres ; et a en dessous environ trois pouces de houage.				
Distance de la huitième à la neuvième veine...............	»	»	28	»
Épaisseur de la neuvième veine..	1	3	»	»
Elle est séparée en trois branches par deux lits de pierres qui font qu'elle ne vaut presque rien.				
Distance de la neuvième à la dixième veine..............	»	»	35	»
Épaisseur de cette dixième veine.	1	»	»	»
Elle est de bonne qualité, quoique difficile à exploiter.				
Distance de la dixième à la onzième veine................	»	»	28	»
Épaisseur de cette onzième veine.	3	3	»	»
Elle a en dessous deux ou trois doigts d'épaisseur de houage, et est excellente.				
Distance de la onzième à la douzième veine.....	»	»	91	»
Épaisseur de cette douzième veine.	1	2	»	»
La houille de cette veine répand une mauvaise odeur en brûlant, parce qu'elle renferme des *boutures* ou *pyrites sulfureuses* ; exposée à l'air pendant les pluies, celle qui est émiettée fermente et s'enflamme d'elle-même, et c'est pour cela qu'on ne peut exploiter cette veine pendant l'hiver, puisque la houille ne pourroit se conserver en tas à l'air libre pour la vente, sans accident.				
Distance de la douzième à la treizième veine................	»	»	21	»
Épaisseur de cette treizième veine.	1	7	»	»
Elle est divisée en trois bancs par deux lits de pierres, d'un à deux doigts d'épaisseur, et a en dessous environ un demi-doigt de houage.				
Distance de la treizième à la quatorzième veine...........	»	»	98	»
Épaisseur de cette quatorzième veine........................	4	»	»	»
Elle est séparée en deux branches presque égales par un banc de pierres noires et de veine mitoyenne (ou fausse veine terreuse, qui n'est ni de vraie houille, ni proprement				

exposition. Il prétend que ces veines sont au nombre de soixante-une, et que la dernière est à quatre mille cent vingt-cinq pieds liégeois de profondeur, tandis que, dans la réalité et de fait, les travaux les plus profonds de la montagne de Saint-Gilles ne

	ÉPAISS. p.	p°.	DIST. p.	p°.
terre, ni véritable pierre, mais un composé des trois fondues ensemble), le tout d'un pied d'épaisseur, et a en dessous deux ou trois doigts d'épaisseur de houage.				
Distance de la quatorzième à la quinzième veine	»	»	77	»
Épaisseur de cette quinzième veine	3	3	»	»
Elle est quelquefois séparée en deux par un lit de pierres et de matière bitumineuse ; ce qui n'empêche pas que la veine ne soit excellente.				
Distance de la quinzième à la seizième veine	»	»	56	»
Épaisseur de cette seizième veine.	3	»	»	»
Elle est quelquefois d'une seule pièce, et d'autres fois elle a trois couches ; alors celle de dessus et celle de dessous sont les plus épaisses : souvent il y a un peu de houage, et souvent il n'y en a point				
Distance de la seizième à la dix-septième veine	»	»	42	»
Épaisseur de cette dix-septième veine	3	»	»	»
Il y a un lit de deux doigts d'épaisseur qui la divise en deux branches ; c'est encore ici une veine d'élite : il y a depuis deux jusqu'à cinq doigts d'épaisseur de houage sous cette veine.				
Distance de la dix-septième à la dix-huitième veine	»	»	91	»
Épaisseur de cette dix-huitième veine	1	3	»	»
Cette veine est bonne ; elle est tantôt d'une seule pièce, et tantôt de deux couches : elle a quelquefois du houage, et d'autres fois elle n'en a point.				
Distance de la dix-huitième à la dix-neuvième veine	»	»	87	»
Épaisseur de cette dix-neuvième veine	5	6	»	»
Elle a un lit de pierres qui la divise en deux branches ; et ce lit, n'étant que d'un pied en quelques endroits, se trouve de plusieurs pieds d'épaisseur en d'autres : il y a un demi-pied de houage sous la dernière couche du bas ; la veine a quelquefois des pyrites sulfureuses.				
Distance de la dix-neuvième à la vingtième veine	»	»	42	»
Épaisseur de cette vingtième veine.	3	»	»	»
Elle est quelquefois d'une seule pièce, et d'autres fois de deux couches qui sont séparées par un doigt de houage.				
Distance de la vingtième à la vingt-unième veine	»	»	98	»
Épaisseur de cette vingt-unième veine	»	2	»	»
Elle est souvent séparée en deux couches par un lit de sept à huit pouces de roc ; celle de dessus est la plus épaisse, et est quelquefois divisée par deux doigts de houage.				
Distance de la vingt-unième à la vingt-deuxième veine	»	»	49	»
Épaisseur de cette vingt-deuxième veine	4	»	»	»
C'est la meilleure de toutes les veines ; cependant il s'y trouve quelquefois des pyrites, mais aisées à séparer : elle a deux doigts de houage en bas.				
Distance de la vingt-deuxième à la vingt-troisième veine	»	»	28	»
Épaisseur de cette vingt-troisième veine	1	7	»	»
La houille donne au feu un peu de mauvaise odeur : elle a trois couches ; celle d'en bas et celle d'en haut sont les plus épaisses : il y a un doigt de houage sous celle du milieu ; la veine contient souvent des pyrites.				
Distance de la vingt-troisième à la vingt-quatrième veine	»	»	42	»
Épaisseur de cette vingt-quatrième veine	»	7	»	»
Il y a un demi-pied de houage en dessous.				
Distance de la vingt-quatrième à la vingt-cinquième veine	»	»	35	»
Épaisseur de cette vingt-cinquième veine	1	2	»	»
Elle contient beaucoup de pyrites sulfureuses, et est divisée en deux couches.				
Distance de la vingt-cinquième à la vingt-sixième veine	»	»	84	»
Épaisseur de cette vingt-sixième veine	3	3	»	»
Elle est aussi divisée en deux couches, et a depuis deux jusqu'à trois pouces de bouage au dessous.				
Distance de la vingt-sixième à la vingt-septième veine	»	»	45	»
Épaisseur de cette vingt-septième veine	2	3	»	»
Cette veine est bonne et toute d'une pièce.				
Distance de la vingt-septième à la vingt-huitième veine	»	»	42	»
Épaisseur de cette vingt-huitième veine	2	3	»	»
Cette veine est bonne et aussi d'une seule pièce ; elle a deux doigts de houage.				
Distance de la vingt-huitième à				

sont parvenus qu'à la vingt-troisième veine, laquelle ne se trouve qu'à douze cent quatre-vingt-huit pieds liégeois, c'est-à-dire à mille soixante-treize pieds de Paris de profondeur, suivant le calcul même des distances rapportées par cet auteur. Les autres travaux

	ÉPAISS.		DIST.	
	p.	p°.	p.	p°.
la vingt-neuvième veine.......	»	»	98	»
Épaisseur de cette vingt-neuvième veine................	5	7	»	»
Il y a deux lits de pierres qui divisent la veine en trois; l'un de ces lits de pierres a trois pouces, et l'autre un pied d'épaisseur; elle est mise au nombre des meilleures veines, et a un pouce de bouage au milieu.				
Distance de la vingt-neuvième à la trentième veine...........	»	»	24	»
Épaisseur de cette trentième veine.	3	»	»	»
Elle est divisée en deux couches; il y a quelquefois du houage, et toujours des pyrites sulfureuses.				
Distance de la trentième à la trente-unième veine..........	»	»	49	»
Épaisseur de cette trente-unième veine......................	3	2	»	»
Il y a deux lits de pierres qui la divisent en trois branches, et qui ont chacun sept à huit pouces d'epaisseur : ces trois branches donnent de la houille qui est peu estimée.				
Distance de la trente-unième à la trente-deuxième veine......	»	»	94	»
Épaiss. de cette trente-deuxième veine....................	3	»	»	»
C'est ici une bonne veine divisée en deux couches par une épaisseur de deux doigts de houage.				
Distance entre la trente-deuxième et la trente-troisième veine....	»	»	70	»
Épaisseur de cette trente-troisième veine................	4	7	»	»
Il y a un lit de pierres de sept pouces d'epaisseur qui la divise en deux branches à peu près égales : la houille de cette veine est un peu moins noire que celle des autres veines; il y a trois doigts de houage au dessous.				
Distance entre la trente-troisième et la trente-quatrième veine....	»	»	42	»
Épaisseur de cette trente-quatrième veine................	1	3	»	»
Il y a encore ici trois couches de houille, dont la superieure est la plus épaisse, avec un demi-doigt de houage au dessous.				
Distance de la trente-quatrième à la trente-cinquième veine.....	»	»	70	»
Épaisseur de cette trente-cinquième veine...............	3	7	»	»
Cette trente-cinquième veine est bonne; elle a deux doigts de houage au dessous.				
Distance de la trente-cinquième à la trente-sixième veine.	»	»	91	»
Épaisseur de cette trente-sixième veine......................	3	»	»	»
Il y a deux lits de pierres, chacun de quatre à cinq pouces d'épaisseur, qui séparent la veine en trois branches : cette veine porte sur deux doigts de houage, et renferme quelquefois des pyrites sulfureuses.				
Distance de la trente-sixième à la trente-septième veine.......	»	»	35	»
Épaisseur de cette trente-septième veine...........	2	7	»	»
Il y a un lit de pierres qui divise la veine en deux branches, dont la supérieure a un demi-doigt de houage : cette veine renferme quelques pyrites.				
Distance de la trente-septième à la trente-huitième veine.......	»	»	28	»
Épaisseur de cette trente-huitième veine................	1	»	»	»
Souvent cette veine est d'une seule pièce, et souvent elle est divisée en deux couches, dont l'inférieure porte sur une épaisseur de deux doigts de houage.				
Distance de la trente-huitième à la trente-neuvième veine......	»	»	4	»
Épaisseur de cette trente-neuvième veine..	1	5	»	»
Cette veine a deux couches; celle de dessus est la plus épaisse et porte sur un doigt de houage.				
Distance de la trente-neuvième à la quarantième veine..... ...	»	»	42	»
Épaisseur de cette quarantième veine......................	»	7	»	»
Distance de la quarantième à la quarante-unième veine........	»	»	56	»
Épaisseur de cette quarante-unième veine...............	2	3	»	»
Cette veine est composée de deux couches; celle de dessous est la plus épaisse et porte sur deux doigts de houage.				
Distance de la quarante-unième à la quarante-deuxième veine....	»	»	42	»
Épaisseur de cette quarante-deuxième veine..............	4	3	»	»
Il y a un lit de pierres de deux doigts d'épaisseur qui divise la veine en deux branches; celle de dessus est la plus forte, et celle de dessous a trois doigts de houage.				
Distance de la quarante-deuxième à la quarante-troisième veine...	»	»	49	»
Épaisseur de cette quarante-troisième veine................	1	7	»	»
Distance de la quarante-troisième à la quarante-quatrième veine..	»	»	67	»
Épaisseur de cette quarante-quatrième veine................	3	»	»	»
Distance de la quarante-qua-				

des environs ne sont pas aussi profonds. M. Genneté a donc eu tort de faire entendre que les mines du pays de Liége ont été fouillées jusqu'à quatre mille cent vingt-cinq pieds de profondeur; tout ce qu'il auroit pu dire, c'est que si l'on vouloit exploiter par le sommet de la montagne de Saint-Gilles sa soixante-unième veine, il faudroit creuser jusqu'à quatre mille cent vingt-cinq pieds de profondeur perpendiculaire, c'est-à-dire à trois mille quatre cent trente-huit pieds de Paris, si toutefois cette veine conserve la même courbure qu'il lui suppose. Rejetant donc comme conjecturales et peut-être imaginaires toutes les veines supposées par

	ÉPAISS.		DIST.	
	p.	p°.	p.	p°.
trième à la quarante-cinquième veine	»	»	42	»
Épaisseur de cette quarante-cinquième veine	2	»	»	»
Elle est divisée en deux couches, celle de dessous a deux doigts de houage.				
Distance de la quarante-cinquième à la quarante-sixième veine	»	»	21	»
Épaisseur de cette quarante-sixième veine	4	»	»	»
Distance de la quarante-sixième à la quarante-septième veine	»	»	105	»
Épaisseur de cette quarante-septième veine	2	»	»	»
Elle est composée de deux couches; celle d'en bas a un doigt d'épaisseur de houage.				
Distance de la quarante-septième à la quarante-huitième veine	»	»	70	»
Épaisseur de cette quarante-huitième veine	»	7	»	»
Distance de la quarante-huitième à la quarante-neuvième veine	»	»	7	»
Epaisseur de cette quarante-neuvième veine	1	3	»	»
Distance de la quarante-neuvième à la cinquantième veine	»	»	70	»
Épaisseur de cette cinquantième veine	»	4 1/2	»	»
Distance de la cinquantième à la cinquante-unième veine	»	»	7	»
Épaisseur de cette cinquante-unième veine	1	3	»	»
Distance de la cinquante unième à la cinquante-deuxième veine	»	»	35	»
Épaisseur de cette cinquante-deuxième veine	3	»	»	»
Elle est divisée en deux couches; celle de dessous a quatre pouces de houage.				
Distance de la cinquante-deuxième à la cinquante-troisième veine	»	»	84	»
Epaisseur de cette cinquante-troisième veine	4	»	»	»
Il y a un lit de pierres d'un pied d'épaisseur qui divise la veine en deux branches; celle d'en bas a un pied de houage.				
Distance de la cinquante troisième à la cinquante-quatrième veine	»	»	70	»
Épaisseur de cette cinquante-quatrième veine	3	3	»	»
Elle est difficile à exploiter à cause des pierres qui s'y trouvent mêlées.				
Distance de la cinquante-quatrième à la cinquante-cinquième veine	»	»	56	»
Épaisseur de cette cinquante-cinquième veine	3	3	»	»
Cette veine est bonne, facile à exploiter, avec trois pouces de houage en dessous.				
Distance de la cinquante-cinquième à la cinquante-sixième veine	»	»	84	»
Épaisseur de cette cinquante-sixième veine	1	7	»	»
Elle est divisée en deux couches; celle de dessus est la plus épaisse et porte sur un doigt d'épaisseur de houage : il y a ici une faille dont on a déjà parlé, qui a 420 pieds d'épaisseur, et qui sépare la cinquante-sixième veine de la cinquante-septième.				
Distance de la cinquante-sixième à la cinquante-septième veine	»	»	420	»
Épaisseur de cette cinquante-septième veine	2	7	»	»
Il y a un lit de pierres qui, depuis trois pouces, s'élargit jusqu'à 20 et 21 pieds, et divise ainsi la veine en deux branches.				
Distance de la cinquante-septième à la cinquante-huitième veine	»	»	105	»
Épaisseur de cette cinquante-huitième veine	1	»	»	»
Distance de la cinquante-huitième à la cinquante-neuvième veine	»	»	126	»
Épaisseur de cette cinquante-neuvième veine	3	3	»	»
Elle est divisée en deux couches par deux doigts d'épaisseur de houage, et contient beaucoup de pyrites.				
Distance de la cinquante-neuvième à la soixantième veine	»	»	154	»
Épaisseur de cette soixantième veine	1	2	»	»
Distance de la soixantième à la soixante unième veine	»	»	126	»
Epaisseur de cette soixante-unième et dernière veine	3	8	»	»
Cette veine est d'élite; elle porte sur trois pouces de houage et est divisée en deux couches.				

M. Genneté ajoute que le houage se trouve toujours sous les veines ou bien entre elles, et que toutes celles où il y a de cette espèce de terre sont plus faciles à exploiter que les autres, parce que l'on y fait entrer aisément les coins de fer pour détacher la houille et l'enlever par morceaux.

M. Genneté au delà de la vingt-troisième, qui est la plus profonde de toutes celles qui ont été fouillées, et n'en comptant en effet que vingt-trois au lieu de soixante-une, on verra, par la comparaison entre elles de ces veines de charbon, toutes situées les unes au dessous des autres, que leur épaisseur n'est pas relative à la profondeur où elles gisent; car dans le nombre des veines supérieures, de celles du milieu et des inférieures, il s'en trouve qui sont à peu près également épaisses ou minces, sans aucune regle ni aucun rapport avec leur situation en profondeur.

On verra aussi que l'épaisseur plus ou moins grande des matières étrangères interposées entre les veines de charbon n'influe pas sur leur épaisseur propre.

Il en est encore de même de la bonne ou mauvaise qualité des charbons; elle n'a nul rapport ici avec les différentes profondeurs d'où on les tire : car on voit par le tableau que le meilleur charbon de ces vingt-trois veines est celui qui s'est trouvé dans les quatrième, septieme, dixième, onzieme, quinzieme, dix-septieme, dix-huitieme, et vingt-deuxieme veines; en sorte que, dans les veines les plus basses, ainsi que dans celles du milieu, et dans les plus extérieures, il se trouve également du tres-bon, du médiocre, et du mauvais charbon. Cela prouve encore que c'est une même matière, amenée et déposée par les mêmes moyens, qui a formé les unes et les autres de ces différentes veines, et qu'un séjour plus ou moins long dans le sein de la terre n'a pas changé leur nature, ni même leur qualité, puisque les plus profondes et par conséquent les plus anciennement déposées sont absolument de la même essence et qualité que les plus modernes; mais cela n'empêche pas qu'ici, comme ailleurs, la partie du milieu et le fond de la veine ne soient toujours celles où se trouve le meilleur charbon : celui de la partie supérieure est toujours plus maigre et plus léger; et à mesure que les rameaux de la veine approchent plus de la surface de la terre, le charbon en est moins compacte, et il paroit avoir été altéré par la stillation des eaux.

Dans ces vingt-trois veines, il y en a huit de tres-bon charbon, dix de médiocre qualité, et cinq qui donnent une tres-mauvaise odeur par la grande quantité de pyrites qu'elles contiennent; et comme l'une de ces veines pyriteuses se trouve être la derniere, c'est-à-dire la vingt-troisieme, on voit que les pyrites, qui ne se forment ordinairement qu'à de médiocres profondeurs, ne laissent pas de se trouver à plus de douze cent quatre-vingts pieds liégeois dans l'intérieur de la terre, ou mille soixante-treize pieds de Paris; ce qui me démontre qu'elles y ont été déposées en même temps que la matière végétale qui fait le fond de la substance du charbon.

On voit encore, en comparant les épaisseurs de ces différentes veines, qu'elles varient depuis sept pouces jusqu'à cinq pieds et demi, et que celle des lits qui les séparent varie depuis vingt-un pieds jusqu'à quatre-vingt-dix-huit, mais sans aucune proportion ni relation des unes aux autres. Les veines les plus épaisses sont les troisième, quatorzieme, dix-neuvième, vingt-deuxième; et la plus mince est la sixième.

Au reste, dans une même montagne, et souvent dans une contrée tout entière, les veines de charbon ne varient pas beaucoup par leur épaisseur, et l'on peut juger dès la première veine de ce qu'on peut attendre des suivantes; car si cette veine est mince, toutes les autres le seront aussi : au contraire, si la première veine qu'on découvre se trouve épaisse, on peut présumer avec fondement que celles qui sont au dessous ont de même une forte épaisseur.

Dans les différens pays, quoique la direction des veines soit partout assez constante, et toujours du levant au couchant, leur situation varie autant que leur inclinaison. On vient de voir que dans celui de Liége elles se trouvent pour ainsi dire à toutes profondeurs. Dans le Hainaut, aux villages d'Anzin, de Fresnes, etc., elles sont fort inclinées avant d'arriver à leur plateur, et se trouvent à trente ou trente-quatre toises au dessous de la surface du terrain, tandis que dans le Forez elles sont presque horizontales et à fleur de terre, c'est-à-dire à deux ou trois pieds au dessous de sa surface. Il en est à peu près de même en Bourgogne, à Mont-Cenis, Épinac, etc., où les premières veines ne sont qu'à quelques pieds. Dans le Bourbonnois, à Fins, elles se trouvent à deux, trois, ou quatre toises, et sont peu inclinées, tandis qu'en Anjou, à Saint-George, Châtel-Oison, et Concourson, où elles remontent à la surface, c'est-à-dire à deux, trois, et quatre pieds, elles ont, dans leur commencement, une si forte inclinaison, qu'elles approchent de la perpendiculaire; et ces veines, presque verticales à leur origine, ne font plateur qu'à sept cents pieds de profondeur.

Nous avons dit [1] que les mines d'ardoise et celles de charbon de terre avoient bien des rapports entre elles par leur situation et leur formation; ceci nous en fournit une nouvelle preuve de fait, puisqu'en Anjou, où les ardoises sont posées presque perpendiculairement, les charbons se trouvent souvent de même dans cette situation perpendiculaire. Dans l'Albigeois, à Carmeaux, la veine de charbon ne se trouve qu'à deux cents pieds, et elle fait son plateur à quatre cents pieds.

L'épaisseur des veines est aussi très-différente dans les différens lieux. On vient de voir que toutes celles du pays de Liége sont très-minces, puisque les plus fortes n'ont que cinq pieds et demi d'épaisseur dans la montagne de Saint-Gilles, et sept pieds dans quelques autres contrées de ce même pays. Mais il y a deux manières dont les charbons ont été déposés : la première, en veines étendues sur des terrains en pente, et la seconde, en masses sur le fond des vallées; et ces dépôts en masses seront toujours plus épais que les veines en pente. Il y a de ces masses de charbon qui ont jusqu'à dix toises d'épaisseur. Or, si les veines étoient partout très-minces, on pourroit imaginer, avec M. Genneté, qu'elles ne sont en effet produites que par le suintement des bitumes des grosses couches intermédiaires. Mais comment concevoir qu'une masse de dix toises d'épaisseur ait pu se produire par cette voie? On ne peut donc pas douter que ces masses si épaisses ne soient des dépôts de matière végétale accumulée l'une sur l'autre, quelquefois jusqu'à soixante pieds d'epaisseur.

Quoique les veines soient à peu près paralleles les unes au dessus des autres, cependant il arrive souvent qu'elles s'approchent ou s'éloignent beaucoup, en laissant entre elles de plus ou moins grandes distances en hauteur; et ces intervalles sont toujours remplis de matières étrangères, dont les épaisseurs sont aussi variables et toujours beaucoup plus fortes que celles des couches de charbon : celles-ci sont en général assez minces, et communément elles sont d'un pied, deux pieds, jusqu'à six ou sept d'épaisseur; celles qui sont beaucoup plus épaisses ne sont pas des couches ou veines qui se prolongent régulièrement, mais plutôt, comme nous venons de l'exposer, des amas ou masses en dépôts qui ne se trouvent que dans quelques endroits, et dont l'étendue n'est pas considérable.

1. *Époques de la Nature.*

Les mines de charbon les plus profondes que l'on connoisse en Europe sont celles du comté de Namur, qu'on assure être fouillées jusqu'à deux mille quatre cents pieds du pays, ce qui revient à peu près à deux mille pieds de France; celles de Liége, où l'on est descendu à mille soixante-treize pieds : celle de Whitehaven, près de Moresby, qui passe pour être la plus profonde de toute la Grande-Bretagne, n'a que cent trente brasses, c'est-à-dire six cent quatre-vingt-treize de nos pieds; on y compte vingt couches ou veines de charbon les unes au dessous des autres.

Dans toutes les mines de charbon, et dans quelque pays que ce soit, les surfaces du banc de charbon par lesquelles il est appliqué au toit et au sol sont lisses, luisantes et polies, et on trouve souvent de petits lits durs et pierreux dans la veine même du charbon, lesquels la traversent et la suivent horizontalement. Le cours des veines est aussi assez fréquemment gêné ou interrompu par des bancs de pierre qu'on appelle des *creins :* ils n'ont ordinairement que peu d'étendue; mais ils sont souvent d'une matière si dure, qu'ils résistent à tous les instrumens. Ces creins partent du toit ou du sol de la veine, et quelquefois de tous les deux; ils sont de la même nature que le banc inférieur ou supérieur auquel ils sont attachés. Les failles dont nous avons parlé sont d'une étendue bien plus considérable que les creins, et souvent elles terminent la veine, ou du moins l'interrompent entièrement et dans une grande longueur; elles partent de la plus grande profondeur, traversent toutes les veines et autres matières intermédiaires, et montent quelquefois jusqu'à la surface du terrain. Dans le pays de Liége elles ont pour la plupart quinze ou vingt toises d'épaisseur, sans aucune direction ni inclinaison réglées; il y en a de verticales, d'obliques, et d'horizontales en tous sens : elles ne sont pas de la même substance dans toute leur étendue; ce ne sont que d'énormes fragmens de schiste, de roche, de grès, ou d'autres matières pierreuses superposées irrégulièrement, qui semblent s'être éboulées dans les vides de la terre.

Les schistes qui couvrent et enveloppent les veines sont souvent mêlés de terre limoneuse, et presque toujours imprégnés de bitume et de matières pyriteuses; ils contiennent aussi des parties ferrugineuses, et deviennent rouges par l'action du feu : plusieurs de ces schistes sont combustibles. On

a des exemples de bonnes veines de charbon qui se sont trouvées au dessous d'une mine de fer, et dans lesquelles le schiste qui sert de toit au charbon est plus ferrugineux que les autres schistes; il y en a qui sont presque entièrement pyriteux, et les charbons qu'ils recouvrent ont un enduit doré et varié d'autres couleurs luisantes. Ces charbons pyriteux conservent même ces couleurs après avoir subi l'action du feu : mais ils les perdent bientôt s'ils demeurent exposés aux injures de l'air; car il n'y a pas de soufre en nature dans les charbons de terre, mais seulement de la pyrite plus ou moins décomposée; et comme le fer est bien plus abondant que le cuivre dans le sein de la terre, la quantité des pyrites ferrugineuses ou martiales étant beaucoup plus grande que celle des pyrites cuivreuses, presque toutes les veines de charbon sont mêlées de pyrites martiales, et ce n'est qu'en très-peu d'endroits où il s'en trouve de mélangées avec les pyrites cuivreuses.

Lors donc qu'il se trouve du soufre en nature dans quelques mines de charbon, comme dans celle de Whitehaven en Angleterre, où le schiste qui fait l'enveloppe de la veine de charbon est entièrement incrusté de soufre, cet effet ne provient que du feu accidentel qui s'est allumé dans ces mines par l'effervescence des pyrites et l'inflammation de leurs vapeurs. Les mines de charbon dans lesquelles il ne s'est fait aucun incendie ne contiennent point de soufre naturel, quoique presque toutes soient mêlées d'une plus ou moins grande quantité de parties pyriteuses.

Ces charbons pyriteux sont donc imprégnés de l'acide vitriolique et des terres minérales et végétales qui servent de base à l'acide pour la composition de la pyrite. Ces charbons se décomposent à l'air, et très-souvent il se produit à leur surface des filets d'alun par leur efflorescence; par exemple, les eaux qui sortent des mines de Mont-Cenis en Bourgogne sont très-alumineuses, et il n'est pas même rare de trouver des terres alumineuses près des charbons de terre. On tire aussi quelquefois de l'alun de la substance même du charbon; on en a des exemples dans la mine de Laval en France, dans celle de Nordhausen en Allemagne, et dans celle du pays de Liége, où M. Morand a trouvé une grande quantité d'alun formé en cristaux sur les pierres schisteuses du toit des veines de charbon. « Le territoire de ce pays, dit-il, ouvert pour les mines de houille, l'est également pour des terres d'alun dont les mines sont appelées *alunières*. »

L'alun n'est pas le seul sel qui se trouve dans les charbons de terre; il y a certaines mines de charbon, comme celle de Nicolaï en Silésie, qui contiennent du sel marin, et dont on tire des pierres quelquefois recouvertes d'une grande quantité de sel gemme. En général, tout ce qui entre dans la composition des pyrites et de la terre végétale doit se trouver dans les charbons de terre; car la décomposition de ces substances végétales et pyriteuses y répand tous les sels formés de l'union des acides avec les terres végétales et ferrugineuses.

Quoique nous ayons dit que les veines de charbon étoient ordinairement couvertes et enveloppées par un schiste plus ou moins mêlé de terre végétale ou limoneuse, ce n'est cependant pas une règle sans exception; car il y a quelques mines où le toit et le sol de la veine de charbon sont de grès, et même de pierre calcaire plus ou moins dure; on en a des exemples dans les mines des territoires de Mons, de Juliers, et dans certains endroits de l'Allemagne cités par le savant chimiste M. Lehmann. On peut voir dans le troisième volume de ses *Essais sur l'histoire naturelle des couches de la terre* tous les lits qui surmontent et accompagnent les veines de charbon de terre en Misnie près de Vettin et de Loéhegin; en Thuringe, dans le comté de Hohenstein, dans tout le terrain qui environne le Hartz jusqu'auprès du comté de Mansfeld; et encore les mines du duché de Brunswick près de Helmstadt. On voit, dans le tableau que M. Lehmann donne de ces différens lits, que les veines de charbon se trouvent également sous le schiste, sous une matière spatheuse, sous des pierres feuilletées composées d'argile et d'un peu de pierre calcaire, etc.; et l'on peut observer que, dans les lits qui séparent les différentes veines de charbon, il n'y a ni ordre de matieres ni suite régulière, et que ces lits sont, dans tous les autres terrains à charbon, comme jetés au hasard, l'argile sur la marne, la pierre calcaire sur le schiste, les substances spathiques sur les sables argileux, etc.

Dans l'immense quantité de décombres et de débris de toute espèce qui surmontent et accompagnent les veines de charbon de terre, il se trouve quelquefois des métaux, des demi-métaux ou minéraux métalliques; le fer y est abondamment répandu sous la forme d'ocre, et quelquefois en grains de mine; le cuivre et l'argent s'y trouvent plus

rarement, et l'on doit regarder comme chose extraordinaire ce que l'on raconte de la mine de charbon de Chemnitz en Saxe, qui contient un très-beau vert-de-gris, et produit dans certains essais trente livres de bon cuivre de rosette et cinq onces et demie d'argent par quintal : il me paroît évident que cette quantité de cuivre et d'argent ne se trouve pas dans un quintal de charbon, et qu'on doit regarder cette mine de cuivre comme isolée et séparée de celle du charbon. Il en est à peu près de même des mines de calamine, qui sont assez fréquentes dans le pays de Liége. Toutes les mines métalliques de seconde formation peuvent se trouver, comme celles de charbon, dans les couches de la terre qui sont elles-mêmes d'une formation secondaire; il peut, par cette même raison, se trouver quelques filets ou grains de métal charriés et déposés par la stillation des eaux dans le charbon de terre, qui se seront formés dans cette matière de la même manière qu'ils se forment dans toutes les autres couches de la terre. Ces mines métalliques secondaires et parasites tirent leur origine des anciens filons, et n'en sont que des particules détachées par l'eau ou déposées dans le sein de la terre par la décomposition des anciens filons métalliques ; et ce n'est que par ce moyen qu'il peut se trouver quelquefois dans le charbon de terre, comme dans toute autre matière, de petites portions de métaux. M. Kurella en donne quelques exemples; il cite un morceau de charbon de terre qui laissoit apercevoir une mine d'argent pur, et ce morceau venoit apparemment des mines de Hesse, dans le charbon desquelles on trouve en effet un peu d'argent assez pur : celle de Richenffem en Silésie contient de l'or; une de celles du comté de Buckingham dans la Grande-Bretagne donne du plomb ; et M. Morand dit que l'étain se trouve aussi quelquefois dans le charbon de terre. Tous les métaux peuvent donc s'y trouver, mais en parcelles et en débris, comme toutes les autres matières qui sont de formation secondaire.

Nous devons encore observer, au sujet des veines, des couches, et des masses de charbon, qu'il s'en trouve très-souvent de grands amas qui ne se prolongent pas au loin en veines régulieres, et qui néanmoins occupent des espaces assez grands. Ces amas ont dû se former toutes les fois que les arbres et autres matieres végétales se sont trouvés amoncelés sur des fonds creux environnés d'éminences : ainsi ces amas n'ont point de communication entre eux, et ne sont pas disposés par veines dirigées du levant au couchant. Ces mines en masses sont bien plus faciles à exploiter que les mines en veines ; elles sont ordinairement plus épaisses et situées moins profondément. Dans le Bourbonnois, l'Auvergne, le Forez et la Bourgogne, et dans plusieurs autres provinces de France, les mines dont on tire le plus de charbon sont en amas, et non pas en veines prolongées; elles ont ordinairement huit et dix pieds d'épaisseur de charbon, et souvent beaucoup plus.

Mais, comme nous l'avons dit, toutes les mines de charbon, soit en veines ou en amas, ne se trouvent que dans les couches de seconde formation, dont les matieres ont été amenées et déposées par les eaux de la mer; on n'en a jamais trouvé dans les grandes masses vitreuses de premiere formation, telles que les quartz, les jaspes, et les granites : c'est toujours dans les collines et montagnes du second ordre, et surtout dans celles dont la construction par bancs est la plus irréguliere, que gisent ces amas et ces veines de charbon ; et la plus grande partie de la masse de ces montagnes est d'ordinaire un schiste ou une argile différemment modifiée; souvent aussi ce sont des grès plus ou moins décomposés, ou des pierres calcaires plus ou moins dures, ou des terres presque toujours imprégnées de matières pyriteuses qui leur donnent plus de pesanteur et une grande dureté. M. Lehmann dit avec quelque raison que le schiste qui sert presque toujours d'assise et de plancher au charbon de terre n'est qu'une argile durcie, feuilletée, sulfureuse, alumineuse, et bitumineuse. Mais je ne vois pas comment on peut en conclure avec lui que ce schiste est bitumineux lorsque sa portion argileuse a été imprégnée d'acide vitriolique, et qu'il est fétide lorsque cette même portion argileuse a été imprégnée d'acide marin ; car le bitume ne se forme pas par le mélange de la terre argileuse avec l'acide vitriolique, mais par celui de ce même acide avec l'huile des végétaux, à moins que cet habile chimiste n'ait, comme M. de Gensanne, pris le limon ou la terre limoneuse pour de l'argile. Il ajoute que des observations réitérées ont fait connoître que ces schistes, ardoises, ou pierres feuilletées, occupent la partie du milieu du terrain sur lequel les mines de charbon sont portées, et que ces mines occupent toujours la partie la plus basse; ce qui n'est pas encore exactement vrai, puisque l'on trouve souvent des couches de

schiste au dessous des veines de charbon.

Les mines de charbon les plus aisées à exploiter ne sont pas celles qui sont dans les plaines ou dans le fond des vallons; ce sont au contraire celles qui gisent en montagne, et desquelles on peut tirer les eaux par des galeries latérales, tandis que, dans les plaines, il faut des pompes ou d'autres machines pour élever les eaux, qui sont quelquefois en telle abondance qu'on est obligé d'abandonner les travaux et de renoncer à l'exploitation de ces mines noyées; et ces eaux, lorsqu'elles ont croupi, prennent souvent une qualité funeste : l'air s'y corrompt aussi dès qu'il n'a pas une libre circulation. Les accidens causés par les vapeurs qui s'élèvent de ces mines sont peut-être aussi fréquens que dans les mines métalliques. Le docteur Lister est le premier qui ait observé la nature de ces vapeurs; il en distingue quatre sortes. La premiere, qu'il nomme *exhalaison fleurs de pois*, parce qu'elle a l'odeur de cette fleur, n'est pas mortelle, et ne se fait guère sentir qu'en été. La seconde, qu'il appelle *exhalaison fulminante*, produit en effet un éclair et une forte détonation en prenant feu à l'approche d'une chandelle; et l'on a remarqué qu'elle ne s'enflammoit pas par les étincelles du briquet, en sorte que, pour éclairer les ouvriers dans ces profondeurs entierement obscures, on s'est quelquefois servi d'une meule, qui, frottée continuellement contre des morceaux d'acier, produisoit assez d'étincelles pour leur donner de la lumière sans courir le risque d'enflammer la vapeur. La troisième, qu'il regarde comme l'exhalaison commune et ordinaire dans toutes ces mines, est un mauvais air qu'on a peine à respirer : on reconnoît la présence de cette exhalaison à la flamme d'une chandelle qui commence par tourner et diminuer jusqu'à extinction; il en seroit de même de la vie, si l'on s'obstinoit à demeurer dans cet air qui paroît avoir perdu partie de son élasticité. Enfin la quatrième vapeur est celle que Lister nomme *exhalaison globuleuse* : c'est un amas de ce même mauvais air qui s'attache à la voûte de la mine en forme de ballon, dont l'enveloppe n'est pas plus épaisse qu'une toile d'araignée; lorsque ce ballon vient à s'ouvrir, la vapeur qui en sort suffoque, étouffe ceux qui la respirent. Je crois, avec M. Morand, qu'on peut réduire ces quatre sortes de vapeurs à deux. L'une n'est qu'un simple brouillard de mauvais air, auquel nous donnerons le nom de *moufette* ou *pousse* ; cet air, qui éteint les lumieres et fait périr les hommes, est l'acide aérien ou air fixe, aujourd'hui bien connu, qui existe plus ou moins dans tout air, et qui n'a pu être encore ni composé ni décomposé par l'art; les ventilateurs et le feu lui-même ne le purifient pas, et ne font que le déplacer : il faut donc entretenir une libre circulation dans les mines. Cette vapeur devient plus abondante lorsque les travaux ont été interrompus pendant quelques jours; et dans les grandes chaleurs de l'été le brouillard est quelquefois si fort qu'on est obligé de cesser les ouvrages : il se condense souvent en filets qui voltigent; et ce sont apparemment ces filets réunis qui forment les globes dont parle Lister. La seconde exhalaison est la vapeur qui s'enflamme et qu'on appelle *feu grieux* ; c'est vraiment de l'air inflammable tout pareil à celui qui sort des marais et de toutes les eaux croupies : cet air siffle et pétille dans certains charbons, surtout lorsqu'ils sont amoncelés; ils s'enflamment quelquefois d'eux-mêmes comme le feroient des pyrites entassées. Les ouvriers savent reconnoître qu'ils sont menacés de cette exhalaison, et qu'elle va s'allumer, par l'effet très-naturel qu'elle produit de repousser l'air de l'endroit d'où elle vient; aussi, dès qu'ils s'en aperçoivent, ils se hâtent d'éteindre leurs chandelles : ils sont encore avertis par les étincelles bleuâtres que la flamme de ces chandelles jette alors en grande quantité.

Les mauvais effets de toutes ces exhalaisons peuvent être prévenus en purifiant l'air par le feu, et surtout en lui donnant une grande et libre circulation. Souvent les ventilateurs et les puits d'air ne suffisent pas; il faut établir dans les mines des fourneaux d'aspiration. Au reste, ce n'est guère que dans les mines où le charbon est très-pyriteux que ce feu grieux s'allume; et l'on a observé qu'il est plus fréquent dans celles où les eaux croupissent : mais, dans les mines de charbon purement bitumineux ou peu mélangé de parties pyriteuses, cette vapeur inflammable ne se manifeste point et n'existe peut-être pas.

Comme il y a plusieurs charbons de terre qui sont extrêmement pyriteux, les embrasemens spontanés sont assez fréquens dans leurs mines; et quand une fois le feu s'est allumé, il est non seulement durable, mais perpétuel; on en a plusieurs exemples, et l'on a vainement tenté d'arrêter le progrès de cet incendie souterrain, dont l'effet peu violent n'est pas accompagné de fortes explosions, et n'est nuisible que par la perte du charbon qu'il consume. Souvent ces mi-

nes ont été enflammées par les vapeurs mêmes qu'elles exhalent, et qui prennent feu à l'approche des chandelles allumées pour éclairer les ouvriers[1].

Dans le travail des mines de charbon de terre l'on est toujours plus ou moins incommodé par les eaux; les unes y coulent en sources vives, les autres n'y tombent qu'en suintant par les fentes des rochers et des terres supérieures, et les mineurs les plus expérimentés assurent que plus ils creusent plus les eaux diminuent, et qu'elles sont plus abondantes vers la superficie. Cette observation est conforme aux idées qu'on doit avoir de la quantité des eaux souterraines, qui, ne tirant leur origine que des eaux pluviales, sont d'autant plus ou moins abondantes qu'elles ont d'épaisseur de terre à traverser; et ce ne doit être que quand on laisse tomber les eaux des excavations supérieures dans les travaux inférieurs qu'elles paroissent être en plus grande quantité à cette profondeur plus grande. Enfin on a aussi observé que l'étendue superficielle et la direction des suintemens et du volume des sources souterraines varient selon les différentes couches des matières où elles se trouvent.

Tout le monde sait que l'eau qui ne peut se répandre remonte à la même hauteur dont elle est descendue; rien ne démontre mieux que les eaux souterraines, même les plus profondes, proviennent uniquement des eaux de la superficie, puisqu'en perçant la terre jusqu'à cette profondeur avec des tarières on se procure des eaux jaillissantes à la surface; mais, lorsqu'au lieu de former un siphon dans la terre, comme l'on fait avec la tarière, on y perce de larges puits et des galeries, l'eau s'épanche au lieu de remonter, et se ramasse en si grande quantité que l'épuisement en est quelquefois au dessus de toutes nos forces et des ressources de l'art. Les machines les plus puissantes que l'on emploie dans les mines de charbon sont les pompes à feu, dont ordinairement on peut augmenter les effets autant qu'il est nécessaire pour se débarrasser des eaux, et sans qu'il en coûte d'autres frais que ceux de la construction de la machine, puisque c'est le charbon même de la mine qui sert d'aliment au feu, dont l'action, par le moyen des vapeurs de l'eau bouillante, fait mouvoir les pistons de la pompe; mais, quand la profondeur est très-grande et que les eaux sont trop abondantes, cette machine, la meilleure de toutes, n'a pas encore assez de puissance pour les épuiser.

Les eaux qui coulent dans les terres voisines des mines de charbon sont de qualités différentes : il y en a de très-pures et bonnes à boire; mais ce ne sont que celles qui viennent des terres situées au dessus des charbons : celles qui se trouvent dans le fond de leur mine sont quelquefois bitumineuses, et plus souvent vitrioliques et alumineuses; l'alun ou le vitriol martial qu'elles tiennent en dissolution sont eux-mêmes très-souvent altérés par différens mélanges; mais, de quelque qualité que soient les eaux, celles qui croupissent dans la profondeur des mines les rendent souvent inabordables par les vapeurs funestes qu'elles produisent. L'air et l'eau ont également besoin d'être agités sans cesse pour conserver leur salubrité; l'état de stagnation dans ces deux élémens est bientôt suivi de la corruption, et l'on ne sauroit donner trop d'attention, dans les travaux des mines, à la liberté de mouvement et de circulation toujours nécessaire à ces deux élémens.

Après avoir exposé les faits qui ont rapport à la nature des charbons de terre, à leur formation, leur gisement, la direction, l'étendue, l'épaisseur de leurs veines en général, il est bon d'entrer dans le détail particulier des différentes mines qui ont été et qui sont encore travaillées avec succès, tant en France que dans les pays étrangers, et de montrer que cette matière se trouve partout où l'on sait la chercher; après quoi nous donnerons les moyens qu'il faut employer pour en faire usage et la substituer sans inconvénient au bois et au charbon de bois dans nos fourneaux, nos poêles, et nos cheminées.

Il y a dans la seule étendue du royaume de France plus de quatre cents mines de charbon de terre en pleine exploitation; et

1. Je dois observer que les auteurs qui ont avancé, comme on le voit ici, que c'est la vapeur sulfureuse qui s'enflamme, se sont trompés; cette vapeur sulfureuse, loin de s'allumer, éteint au contraire les chandelles allumées : c'est donc à l'air inflammable, et non à la vapeur sulfureuse, qu'il faut attribuer l'inflammation dans les mines de charbon. Mais la cause la plus commune de l'embrasement des mines de charbon est l'inflammation des pyrites par l'humidité de la terre lorsqu'elle est abreuvée d'eau; on ne peut parvenir à étouffer ce feu qu'en inondant, pendant un certain temps, toute la mine incendiée. Ces accidens sont très-fréquens dans les mines de charbon qui ont été exploitées sans ordre par les paysans; la quantité de puits et d'ouvertures qu'ils ont laissés sur la direction des veines, sont autant de réceptacles aux eaux de pluie, qui, venant à rencontrer des pyrites, causent ces incendies.

ce nombre, quoique très-considérable, ne fait peut-être pas la dixième partie de celles qu'on pourroit y trouver. Dans toutes ces mines, il y a trois ou quatre sortes de charbon : le charbon pur, qui est ordinairement au centre de la veine; le charbon pierreux, communément mêlé de plus ou moins de matières calcaires ou de grès; le charbon schisteux, et le charbon pyriteux. Ceux qui contiennent du schiste sont les plus rares de tous; et cela seul prouveroit que la substance principale du charbon ne peut être de l'argile, puisque le vrai schiste n'est lui-même qu'une argile durcie. Il y a des charbons qui se trouvent pyriteux dans toute l'épaisseur et l'étendue de leur veine; ce sont les moins propres de tous aux travaux de la métallurgie : mais comme on peut les épurer en les faisant cuire, et qu'ordinairement ils contiennent moins de bitume que les autres, ils donnent aussi moins de fumée, et conviennent souvent mieux pour l'usage des cheminées que les charbons trop chargés de bitume. La grande quantité de soufre qui se forme par la combustion des premiers ne peut qu'altérer les métaux, surtout le fer, que la plus petite quantité d'acide sulfureux suffit pour rendre aigre et cassant. Le charbon pierreux ne se trouve pas dans le centre des veines, à moins qu'elles ne soient fort minces; il est ordinairement situé le long des parois et sur le fond des bancs pierreux qui forment le toit et le sol de la veine. Les charbons schisteux sont de même situés sur le sol ou sous le toit schisteux de la veine. Ces charbons pierreux ou schisteux ne sont pas d'un meilleur usage que le charbon pyriteux, et ils ont encore le désavantage de ne pouvoir être épurés, à cause de la grande quantité de leurs parties pierreuses ou schisteuses : il ne reste donc, à vrai dire, que le charbon de la première sorte, c'est-à-dire le charbon pur, dont on puisse faire une matière avantageusement combustible, et propre à remplacer le charbon de bois dans tous les emplois qu'on en peut faire.

Et dans ce charbon de la première sorte, et le meilleur de tous, on distingue encore celui qui se tire en gros blocs, que l'on appelle *charbon pérat,* dont la qualité est néanmoins la même que celle du charbon plus menu[1] qui se nomme *charbon maréchal.* Le charbon pérat a pris ce nom aux mines de Rive-de-Gier, et il n'est ainsi appelé que quand il est en gros morceaux : c'est par cette seule raison de son gros volume qu'il est plus estimé pour les grilles des teintures et des fourneaux; mais il n'est pas pour cela d'une qualité supérieure au charbon *maréchal,* car l'un et l'autre se tirent de la même veine, et l'on distingue par le volume trois sortes de charbon : le *pérat* est celui qui arrive à la superficie du terrain en gros morceaux et sans être brisé; le second, qui est en morceaux de médiocre grosseur, se nomme *charbon grêle ;* et ce n'est que celui qui est émietté, ou qui est composé des débris des deux autres, qu'on appelle *charbon maréchal.* Le bon charbon pèse de cinquante-cinq à soixante livres le pied cube; mais cette estimation est difficile à faire avec précision, surtout pour le charbon qui se brise en le tirant. Les charbons les plus pesans sont souvent les plus mauvais, parce que leur grande pesanteur ne vient que de la grande quantité de parties pyriteuses, terreuses, ou schisteuses, qu'ils contiennent. Les charbons trop légers pèchent par un autre défaut; c'est de ne donner que peu de chaleur en brûlant et de se consumer trop vite. Pour que la qualité du charbon soit parfaite, il faut que la matière végétale qui en fait le fonds ait été bituminisée dans son premier état de décomposition, c'est-à-dire avant que cette substance ait été décomposée par la pourriture; car, quand le végétal est trop détruit, l'acide ne peut en bituminiser l'huile qui n'y existe plus. Cette matière végétale, qui n'a subi que les premiers effets de la décomposition, aura dès lors conservé toutes ses parties combustibles; et le bitume, qui par lui-même est une huile inflammable, couvrant et pénétrant cette substance végétale, le composé de ces deux matières doit contenir, sous le même volume, beaucoup plus de parties combustibles que le bois : aussi la chaleur du charbon de terre est-elle bien plus forte et plus durable que celle du charbon végétal.

Ce que je viens de dire, au sujet de la décomposition plus ou moins grande de la matière végétale dans les charbons de terre, peut se démontrer par les faits. On trouve au dessus de quelques mines de charbon des bois fossiles, dans lesquels l'organisation est presque aussi apparente que dans les arbres de nos forêts; ensuite on trouve très-communément des veines d'autres bois qui ne diffèrent guère des premiers que par le bitume qu'ils contiennent, et dans lesquels l'organisation est encore très-reconnoissable : mais à mesure qu'on descend, les traits

1. *Charbon pérat* est une dénomination locale qui signifie *charbon pierreux* ou *charbon de pierre.*

de cette organisation s'oblitèrent, et il n'en reste que peu ou point d'indices dans la suite de la veine. Il arrive souvent que cette bonne veine porte sur une autre veine de mauvais charbon terreux et pourri, parce que sa substance végétale, s'étant pourrie trop promptement, n'a pu s'imprégner d'une assez grande quantité de bitume pour se conserver. On doit donc ajouter cette cinquième sorte de charbon aux quatre premières, sous le nom de *charbon terreux*, parce qu'en effet sa substance n'est qu'un terreau pourri. Enfin une sixième sorte est le charbon le plus compacte, que l'on pourroit appeler *charbon de pierre* à cause de sa dureté; il contient une grande quantité de bitume, et le fonds paroît en être de terre limoneuse, parce qu'il laisse après la combustion une scorie vitreuse et boursouflée; et lorsque le limon ou le terreau se trouve en trop grande quantité ou avec trop peu de bitume, ces charbons ainsi composés ne sont pas de bonne qualité : ils donnent également beaucoup de scories ou mâchefer par la combustion : mais tous deux sont très-bons lorsqu'ils ne contiennent qu'une petite quantité de terre et beaucoup de bitume.

On trouve donc dans ces immenses dépôts accumulés par les eaux la matière végétale dans tous ses états de décomposition; et cela seul suffiroit pour qu'il y eût des charbons de qualités très-différentes. La quantité de cette matière anciennement accumulée dans les entrailles de la terre est si considérable, qu'on ne peut en faire l'estimation autrement que par comparaison. Or, une bonne mine de charbon fournit seule plus de matière combustible que les plus vastes forêts; et il n'est pas à craindre que l'on épuise jamais ces trésors de feu, quand même l'homme, venant à manquer de bois, y substituerait le charbon de terre pour tous les usages de sa consommation.

Les meilleurs charbons de France sont ceux du Bourbonnois, de la Bourgogne, de la Franche-Comté, et du Hainaut; on en trouve aussi d'assez bons dans le Lyonnois, l'Auvergne, le Limosin, et le Languedoc; ceux qu'on connoît en Dauphiné ne sont que de médiocre qualité. Nous croyons devoir donner ici les notices que nous avons recueillies sur quelques-unes des mines principales qui sont actuellement en exploitation.

On tire d'assez bon charbon de la mine d'Épinac, qui est située en Bourgogne, près du village de Résille, à quatre lieues d'Autun; on y connoît plusieurs veines qui se dirigent toutes de l'est à l'ouest, s'inclinant au nord de trente à trente-cinq degrés [1]. Celle qu'on exploite actuellement n'a pas d'épaisseur réglée : elle a ordinairement sept à huit pieds, quelquefois douze à quinze; d'autres fois elle n'en a que quatre. Son mur a toute la consistance nécessaire; mais le toit, composé d'un schiste friable et d'une terre limoneuse que l'eau dissout facilement, s'écrouleroit bientôt si on ne l'étayoit par de bons boisages et par des massifs pris dans la veine même. Le charbon de cette même mine est très-pyriteux : aussi n'est-il nullement propre aux usages des forges, la quantité de soufre que produisent les pyrites devant corroder et détruire le fer; cependant il se trouve dans l'épaisseur de la veine de petits lits de très-bon charbon, qui seroit propre à la forge s'il étoit extrait et trié avec soin.

La mine de Mont-Cenis, ainsi que celle de Blansy et autres des environs, sont dirigées de l'est à l'ouest, et s'inclinent vers le nord de vingt-cinq ou trente degrés. On exploite deux veines principales, dont les épaisseurs varient depuis dix jusqu'à quarante-cinq pieds. La première extraction, comme celle de la plupart de nos mines de France, a été mal conduite; on l'a commencée par la tête de la veine, en sorte que les ouvriers sont souvent exposés à percer dans les ouvrages supérieurs, et à y éprouver des éboulemens. Le lit de cette mine de Mont-Cenis est un schiste très-dur et pyriteux, d'un pied d'épaisseur, dans lequel on voit des empreintes de plantes en grand nombre. Le charbon de la tête de cette mine est fort pyriteux, mais celui qui se tire plus profondément l'est beaucoup moins; et, en général, ce charbon a le défaut de s'émietter à l'air : il faut donc l'employer au sortir de la minière; car on ne peut le transporter au loin sans qu'il subisse une grande altération et tombe en détrimens. Dans cet état de décomposition il ne donne que très-peu de chaleur et se consume en peu de temps, au lieu que dans son premier état, au sortir de la mine, il fait un feu durable.

Les mines de Rive-de-Gier, dans le Lyonnois, sont en grande et pleine exploitation.

1. La mine de Champagney, près de Béfort en Alsace, est inclinée de quarante-cinq degrés. Plus les terrains sont bas, moins généralement les veines de charbon de terre sont inclinées; elles sont même horizontales dans les pays de plaine, et ce n'est que dans les montagnes qu'elles sont violemment inclinées; au reste, l'inclinaison des mines n'est nulle part aussi marquée et aussi singulière que dans le pays de Liége.

Il y a actuellement, dit M. de Grignon, plus de huit cents ouvriers occupés à l'extraction du charbon par vingt-deux puits qui communiquent aux galeries des différentes minières, dont les plus profondes sont à quatre cents pieds. On tire de ces mines, comme de presque toutes les autres, trois sortes de charbon : le pérat en très-gros blocs et de la meilleure qualité; le maréchal, qui est menu et qui est séparé du banc de pérat par une couche de mauvais charbon mou; et enfin un charbon dur, compacte, et terreux, qui est voisin du toit et des lisières de la mine. Ce toit est un schiste rougeâtre et limoneux qui brunit et noircit à mesure qu'il est plus voisin du charbon, et dans cette partie il porte un grand nombre d'empreintes de végétaux. Le charbon de ces mines de Rive-de-Gier est plus compacte et plus pesant que celui de Mont-Cenis; son feu est plus âpre et plus durable; il donne une flamme vive, rouge, et abondante; il n'est que peu pyriteux, mais très-bitumineux.

La plupart des mines du Forez, du Bourbonnois, de l'Auvergne, sont en amas, et non pas en veines; elles sont donc plus faciles à exploiter : aussi l'on en tire une très-grande quantité de charbon, dont il y en a de très-bonne qualité. Dans le Nivernois, près de Décise, il se trouve des mines en amas, et d'autres en veines. On y connoît quatre ou cinq couches ou veines régulières les unes au dessus des autres, courant parallèlement, étant depuis dix jusqu'à vingt toises de distance les unes des autres latéralement. Le charbon de ces veines ne commence à être bon qu'à quatre toises et plus de profondeur; elles ont depuis deux pieds jusqu'à cinq pieds d'épaisseur; leur toit est un schiste avec des impressions de plantes, et le lit est un grès à demi décomposé. Les mines en amas du même canton sont mêlées de schiste et de grès; mais, en général, tout ce charbon est pyriteux, et quelquefois il prend feu de lui-même lorsqu'après l'extraction on le laisse exposé à l'air.

Il y a des mines de charbon dans le Quercy aux environs de Montauban; dans le Rouergue, où le territoire de Cransac, qui est d'une grande étendue, n'est pour ainsi dire qu'une mine de charbon; il y en a une autre mine à Severac-le-Castel, sur une montagne dont le charbon est pyriteux et sensiblement chargé de vitriol; une autre à Mas-de-Bannac, élection de Milhaud. On en a aussi découvert dans le bas Limosin à une lieue de Bourganeuf, dans les environs d'Argental, dans ceux de Maynac, et dans le territoire de Varets, à peu de distance de Brives. Dans toute l'étendue du terrain depuis la rive du Lot qui est en face de Levignac jusqu'à Firminy, on ne peut faire un pas qu'on ne trouve du charbon : dans beaucoup d'endroits on n'a pas besoin de creuser pour le tirer. Dans ce même canton il y a une masse très-étendue de ce charbon, qui est minée par un embrasement souterrain; la première époque de cet incendie n'est point connue : on voit sortir une fumée fort épaisse des crevasses de cette minière enflammée. Il y a aussi en Bourgogne, au canton de la Gachère, près de Saint-Berain, une mine de charbon enflammée qui donne de la fumée et une forte odeur d'acide sulfureux; on ne peut pas toucher sans se brûler un bâton qu'on y a plongé seulement pendant une minute : ce n'est qu'une inflammation pyriteuse produite par l'eau qui séjourne dans cet endroit, et qu'on pourroit éteindre en le desséchant [1]. Il y a encore près de Saint-Étienne en Forez une mine de charbon qui brûle depuis plus de cinq cents ans, auprès de laquelle on avoit établi une manufacture pour tirer de l'alun des récrémens de cette mine brûlée; et enfin une autre auprès de Saint-Chamond, qui brûle très-lentement et profondément.

En Languedoc il y a aussi beaucoup de charbon de terre. M. l'abbé de Sauvages, très-bon observateur, assure qu'il en existe différentes mines dans la chaîne des collines qui s'étend depuis Anduse jusqu'à Villefort; ce qui fait une étendue d'environ dix lieues de longueur.

Dans le Lyonnois, les principaux endroits où l'on trouve du charbon de terre sont le territoire de Gravenand, celui du Mouillon, celui de Saint-Genis-Terre-Noire, qui tous trois sont dans la même montagne, située à un demi-quart de lieue de la ville de Rive-de-Gier, et les eaux de leurs galeries s'écoulent dans le Gier. Les terrains de Saint-Martin-la-Plaine, Saint-Paul-en-Jarrest, Rive-de-Gier et Saint-Chamond contiennent aussi des mines de charbon. M. de La Tourette, secrétaire de l'Académie des sciences de Lyon, et correspondant de celle de Paris, a donné une description détaillée des matières qui se trouvent au dessus d'une de ces mines du Lyonnois, par laquelle il paroît que le bon charbon ne se trouve qu'à cent pieds dans certains endroits, et à cent cinquante environ dans d'autres. Il y a

1. Note communiquée par M. de Morveau, le 4 septembre 1779.

deux veines l'une au dessus de l'autre, dont la plus extérieure a depuis huit jusqu'à dix-huit pieds d'épaisseur d'un charbon propre aux maréchaux. La seconde veine n'est séparée de la première que par un lit de grès dur et d'un grain fin, de six à neuf pouces d'épaisseur; ce grès sert de toit à la seconde veine, qui a dix à quinze pieds d'épaisseur, et dont le charbon est plus compacte que celui de la première veine, mais encore plus pyriteux.

Il y a du charbon de terre en Dauphiné près de Briançon; et entre Sésanne et Sertriches, dans le même endroit où l'on tire la craie de Briançon, et à Ternay, élection de Vienne. Les charbons de Voreppe, de Saint-Laurent, de la montagne de Soyers, ainsi que ceux du village de La Motte et du Val-des-Charbonniers, qui tous se tirent pour l'usage des maréchaux, ne sont pas de bien bonne qualité. On en trouve en Provence près d'Aubagne à Pépin, route de Marocelle; mais ce charbon de la mine de Pépin répand, long-temps après avoir été tiré de la mine, une odeur particulière et désagréable.

En Franche-Comté, la mine de Champagney, à deux lieues de Béfort, est très-abondante, et le charbon en est de fort bonne qualité : la veine a souvent huit pieds d'épaisseur, et elle est partout d'une égale bonté; elle paroît s'étendre dans toute la base du monticule qui la renferme. Il y a plusieurs autres mines de charbon dans les environs de Champagney, et dans quelques autres endroits de cette province [1]. Il y en a aussi quelques mines en Lorraine; mais l'exploitation n'en a pas encore été assez suivie, pour qu'on juge de la qualité de ces charbons.

Il n'y a point de mines de charbon dans le Cambrésis; mais celles du Hainaut sont en grand nombre, et celles de Fresnes et d'Anzin sont devenues fameuses. On a commencé à fouiller celle de Fresnes en 1717, et celle d'Anzin en 1734. On en tire aussi aux environs de Condé. Le charbon de ces mines est en général de bonne qualité; on assure même qu'il est plus gras et qu'il dure plus au feu que celui d'Angleterre : le charbon qui se tire à Fresnes est plus compacte que les autres, et pèse un dixième et plus que celui d'Anzin. Le charbon de Quiévrain, à deux lieues et demie de Valenciennes, est aussi d'une excellente qualité. On a fouillé quelques-unes de ces mines jusqu'à sept cents pieds de profondeur. M. Morand dit que dans la mine de M. des Androuins, près de Charleroy, l'eau est tirée de soixante-trois toises de profondeur, et que le charbon est placé à cent huit toises au dessous; ce qui fait en tout cent soixante-onze toises, ou mille vingt-six pieds de profondeur.

Dans l'Anjou, l'on a trouvé des mines de charbon de terre à Concourson, à Saint-Georges de Châtel-Oison, à Doué et à Montreuil-Bellay. Les charbons qui se tirent près de la surface du terrain ne sont pas si bons que ceux qui gisent à une plus grande profondeur; la veine a ordinairement de six à sept pieds d'épaisseur. Ce charbon d'Anjou est de bonne qualité; cependant on n'a, de temps immémorial, trouvé dans cette province que des veines éparses sous des rocs placés à dix-huit pieds de profondeur, auxquels succède une terre qu'on appelle *houille*, qui est une espèce de mauvais charbon, avant-coureur du véritable : les veines y sont très-sujettes aux *creins*, et par conséquent irrégulières; il y en a cinq de reconnues : leur épaisseur est depuis un pied jusqu'à quatre, et même jusqu'à douze pieds, suivant M. de Voglie; elles paroissent être une dépendance de celles de Saumur, avec lesquelles elles se rapportent en tout. Leur direction générale est du levant au couchant.

Dans la basse Normandie, il se trouve du charbon de terre à Litry, et la veine se rencontre à peu de profondeur et au dessous d'une bonne mine de fer en grains; elle se forme en plateur à quatre cents pieds. Ce charbon, mêlé de beaucoup de pyrites, n'est que d'une qualité médiocre, et il est à peu près semblable à celui qu'on apporte du Havre, et qui vient de Sunderland en Angleterre.

En Bretagne, il y a des mines considérables de charbon à Montrelais et à Languin, dans les environs de Nantes. L'on a aussi

1. Les mines de Ronchamp, en Franche-Comté, présentent un phénomène bien singulier, et que je n'ai vu nulle part. Dans les masses de charbon, immédiatement sous les lames de pyrites plus particulièrement que dans les couches de purs charbons, il se trouve une couche légère de charbon de bois bien caractérisé par le brillant, la couleur, le tissu fibreux, une consistance pulvérulente, noircissant les doigts; et lorsqu'un morceau de houille contenant des lames de charbon de bois est épuré, qu'il est encore rouge, et que l'on souffle dessus, le charbon de terre s'éteint, et celui de bois s'embrase de plus en plus.

L'on trouve fréquemment à la toiture de ces mines, parmi le grand nombre d'impressions de plantes de toute espèce, des roseaux (bambous) de trois à quatre pouces de diamètre, aplatis, et qui ne sont point détruits ni charbonifiés. (*Lettre de M. le Chevalier de Grignon à M. de Buffon.* Besançon, le 27 mai 1781.)

tenté des exploitations à Quimper, à Plogol, et à Saint-Brieux, et l'on aperçoit des affleuremens de charbon dans plusieurs autres endroits de cette province.

On pourroit citer un grand nombre d'exemples qui prouveroient qu'il y a dans le royaume de France des charbons en aussi grande quantité et peut-être d'aussi bonne qualité qu'en aucune autre contrée du monde. Cependant, comme c'est un préjugé établi, et qui jusqu'à présent n'étoit pas mal fondé, que les charbons d'Angleterre étoient d'une qualité bien supérieure à ceux de France, il est bon de les faire connoître; on verra que la nature n'a pas mieux traité à cet égard l'Angleterre que les autres contrées, mais que l'attention du gouvernement ayant secondé l'industrie des particuliers, a rendu profitable et infiniment utile à cette nation ce qui est resté sans produit entre nos mains.

On distingue dans la Grande-Bretagne trois espèces de charbon de terre. Le charbon commun se tire des provinces de Newcastle, de Northumberland, de Cumberland, et de plusieurs autres; il est destiné pour le feu des cuisines de Londres, et c'est aussi presque le seul qu'on emploie à tous les ouvrages métalliques d'Angleterre.

La seconde espèce est le charbon d'Écosse; on s'en sert pour chauffer les appartemens des bonnes maisons. Ce charbon est feuilleté et comme formé en bandes séparées par des couches plus petites que les bandes, et néanmoins plus marquées et plus distinctes à cause de leur éclat. Il se tire en grosses masses bien solides, d'une texture fine; et quoique formé de bandes et de petites couches, il ne s'effeuille point : il est bitumineux et brûle librement en faisant un feu clair, et tombe en cendres.

La troisieme espèce, que les Anglois appellent *culm*, se trouve dans le *Glamorganshire*, et en divers endroits de cette province. C'est un charbon fort léger, d'un tissu plus lâche, composé de filets capillaires disposés par paquets qui paroissent arrangés en quelques endroits de manière à représenter dans beaucoup de parties des feuillets assez étendus, très-lisses et très-polis, lesquels, pour la plupart, affectent une forme circonscrite en portion de cercle, avec des rayons divergens. Ce charbon est peu ou presque point pyriteux; il brûle aisément et fait un feu vif, ardent et âpre. Dans la province de Cornouailles il est d'un très-grand usage, particulièrement pour la fonte des métaux, à laquelle on l'applique de préférence.

On trouve dans les comtés de Lancaster et de Chester une espèce de charbon qu'on n'apporte pas à Londres; c'est le *kennel* ou *candle-coal* : communément il sert de pierre à marquer, de même que ceux qu'on appelle le *charbon de toit*. Il se tire en grosses masses très-solides, d'une texture extrêmement fine et d'un beau noir luisant comme le jayet. Ce charbon ne contient aucune portion pyriteuse; il est si pur et si doux, qu'on peut le tourner et le polir pour faire des plateaux d'encrier, des tablettes, etc. L'on aperçoit sur certains morceaux des couches concentriques, comme on en trouveroit dans un tronçon de bois. Ce charbon brûle facilement et se réduit en cendres.

On doit encore ajouter à ces charbons d'Angleterre celui qu'on appelle *flint-coal*, parce qu'il est presque aussi dur que la pierre, et que ses fractures sont luisantes comme celles du verre. La veine de ce charbon a deux à trois pieds d'épaisseur, et se trouve dans les environs de la Severne, au dessous de la veine principale qui fournit le *best-coal* ou le meilleur charbon : il faut y joindre le *flew-coal* des mines de Wedgbery, dans la province de Stafford.

Il est fait mention dans les *Transactions philosophiques de Londres*, année 1683, de quelques mines de charbon, de leur inclinaison, etc. M. Beaumont en cite six qui probablement n'en font qu'une, puisqu'on les trouve toutes dans un espace de cinq milles d'Angleterre, au nord de *Stony-easton*. Il a vu, dit-il, dans l'une de ces mines une fente ou crevasse dont les parois étoient chargées d'empreintes de végétaux, et une autre fente tout enduite d'un bronze pyriteux formant des espèces de dendrites. Dans quelques unes de ces mines, les lits horizontaux étoient comme dorés du soufre qu'elles contiennent. Il observe, comme chose en effet singulière, qu'on a trouvé deux ou trois cents livres de bonne mine de plomb dans l'une de ces mines de charbon. Il ajoute que, de l'autre côté de *Stony-easton*, c'est-à-dire au sud-est, à deux milles de distance, on voit le commencement d'une mine de charbon, dont la première veine se divise en plusieurs branches à la distance de quatre milles vers l'orient; que cette mine, dont on tire beaucoup de charbon, exhale continuellement des vapeurs enflammées qui s'élèvent quelquefois jusqu'à son ouverture, et qui ont été funestes à nombre de personnes. C'est probablement au feu de ces vapeurs, lorsqu'elles s'enflamment, qu'on doit attribuer cette poussière de soufre qui dore les

lits de ces veines de charbon : car on n'a trouvé du soufre en nature que dans les mines dont les vapeurs se sont enflammées, ou qui ont été elles-mêmes embrasées; on y voit des fleurs de soufre adhérentes à leurs parois, et sous ces fleurs de soufre il se trouve quelquefois une croûte de sel ammoniac.

Les fameuses mines de Newcastle ont été examinées et décrites par M. Jars, de l'Académie des Sciences, très-habile minéralogiste. Il décrit aussi quelques autres mines; celle de Whitehaven, petite ville située sur les côtes occidentales d'Angleterre, qui fait un grand commerce de charbon de terre. La montagne où s'exploite la mine a environ cent vingt toises perpendiculaires jusqu'au plus profond des travaux : on compte dans cette hauteur une vingtaine de couches différentes; mais il n'y en a que trois d'exploitables. Leur pente est communément d'une toise perpendiculaire sur six à sept toises de longueur.

La première de ces couches exploitables est séparée de la seconde par des roches d'environ quinze toises d'épaisseur; elle a depuis quatre jusqu'à cinq pieds d'épaisseur en charbon un peu pierreux et d'une qualité médiocre : on n'en extrait que pour chauffer les chaudières où l'on évapore l'eau de la mer pour en retirer le sel.

La seconde couche est de sept à huit pieds d'épaisseur; le charbon y est divisé par deux différens lits d'une terre très-dure et de couleur noirâtre, qu'on nomme *mettle:* cette terre est très-vitriolique et s'effleurit à l'air. La couche supérieure de *mettle* a un pied d'épaisseur, et l'inférieure seulement quatre à cinq pouces. On distingue la veine de charbon en six lits, dont les charbons portent différens noms.

Des trois grandes couches exploitables, la troisième, qui est d'environ vingt toises plus basse que la seconde, est la meilleure; elle a dix pieds d'épaisseur, et elle est toute de bon charbon, sans aucun mélange de *mettle*.

On rencontre souvent des dérangemens dans les veines, principalement dans leur inclinaison; le rocher du toit, et surtout celui du mur, font monter ou descendre la veine tout à coup. Il y a un endroit où elles sont éloignées de quinze toises perpendiculaires de la ligne horizontale; d'autres fois, ces rochers coupent presque entièrement les couches, et ne laissent apercevoir qu'un petit filet ou une trace presque imperceptible de la veine.

M. Jars fait encore mention des mines de Worsleg dans le comté de Lancastre, dont la pente paroît être de deux toises sur sept, et dont le charbon est moins bitumineux et moins bon que celui de Newcastle, quoique la nature des rochers soit la même; mais la veine la plus profonde n'est qu'à vingt toises. Il en est de même, à tous égards, des mines du comté de Stafford.

« En Écosse, il y a, dit M. Jars, au village de Carron, près de Falkirch, plusieurs mines de charbon qui ne sont qu'à une demi-lieue de la mer.... Il y a trois couches de charbon l'une sur l'autre que l'on connoît; mais on ne sait pas s'il y en a de plus profondes... Il y en a une à quarante toises de profondeur, qui est la première; la seconde à dix toises plus bas, et la troisième à cinq toises encore au dessous de la seconde. La pente de ces couches, qui est du côté du sud, est d'une toise sur dix à douze... Mais ces veines varient comme dans presque toutes les mines : quelquefois elles remontent et forment entre elles deux plans inclinés. Dans ce cas, la veine s'appauvrit, diminue en épaisseur, et est quelquefois entièrement coupée, continuant ainsi jusqu'à ce qu'elle reprenne son inclinaison ordinaire.... La seconde couche a trois et quatre pieds d'épaisseur; sa partie supérieure est composée d'un charbon dur et compacte, faisant un feu clair et agréable.... On l'envoie à Londres, où il est préféré à celui de Newcastle pour brûler dans les appartemens. La partie du milieu de la couche est d'une qualité moins compacte; son charbon est feuilleté et se sépare par lames comme le *schiste*. Entre les lames il ressemble parfaitement à du poussier de charbon de bois. On y peut ramasser aussi une poudre noire, qui teint les doigts comme fait le charbon de bois.... Ce charbon, qu'on nomme *clod-coal*, est destiné pour les forges de fer. La couche inférieure est un charbon très-compacte, et souvent pierreux près du mur; il se consomme dans le pays.

« Les mines de charbon de Kinneil, près de la ville de Bousron-Sloness en Écosse, sont au bord de la mer. La disposition de leurs couches et la qualité du charbon sont à peu près les mêmes qu'à Carron.

« Les environs d'Édimbourg ont aussi plusieurs mines de charbon.... Il y en a une à trois ou quatre milles du côté du sud, où il y a deux veines parallèles, d'environ quarante à cinquante degrés d'inclinaison du côté du midi; ce qui est tout-à-fait contraire à l'inclinaison des couches du rocher qu'on voit au jour et dans la mer à deux ou trois

milles plus loin : ces couches sont inclinées au nord-ouest. Il en est de même des mines de charbon qu'on exploite un peu plus loin; elles ont beaucoup de rapport avec celles de Newcastle. La qualité des rochers qui composent les couches est la même : mais le charbon est moins bon qu'à Newcastle pour la forge, parce qu'il est moins bitumineux; il est meilleur pour les appartemens. »

En Irlande, le charbon provenant de la mine de Castle-Comer, village à soixante milles sud-ouest de Dublin, brûle, dès le premier instant qu'on le met au feu, sans faire la moindre fumée. Seulement on voit une flamme bleue, fortement empreinte de soufre, qui paroît constamment au dessus du feu.

Une autre mine est celle d'Ydof, province de Leinster, et c'est la première qu'on ait découverte en Irlande; elle est si abondante, qu'elle fournit toutes les provinces voisines. Son charbon est très-pesant, produit le même effet que le charbon de bois, et dure au feu bien plus long-temps.

« Dans le pays de Liége, dit M. Jars, la Meuse, qui traverse cette ville, met une grande différence dans la disposition des veines de charbon.... Elles commencent à une lieue au levant de la ville, et s'étendent jusqu'à deux lieues au delà du côté du couchant. On trouve à moitié chemin de cette distance les plus fortes exploitations.... La suite des veines va plus loin du côté du couchant : la raison est que, par un dérangement total dans leur disposition, elles sont interrompues à une lieue et demie de Liége; mais elles reprennent ensuite dans une disposition presque perpendiculaire, pour continuer de la même manière pendant plusieurs lieues. Au nord de la ville, et au midi de l'autre côté de la Meuse, les veines se prolongent au plus à une demie-lieue, mais toujours dans la direction de l'est à l'ouest.... Il y a apparence que ce sont les mêmes couches, quoique leur inclinaison change de distance en distance, tantôt au midi, tantôt au nord. En général, tous les lits de charbon et le rocher sont très-irréguliers dans cette partie. »

Ce pays de Liége est peut-être de toute l'Europe la contrée la mieux fournie de charbon de terre; c'est du moins celle où l'on a le plus anciennement exploité ces mines, et où on les a fouillées le plus profondément. Nous avons dit que leur direction générale et commune est du levant au couchant : les veines du charbon n'y sont jamais exactement en ligne droite; elles s'élèvent et s'abaissent alternativement suivant la pente du terrain qui leur sert d'assise; ces veines passent par-dessus les rivières, et vont en s'abaissant vers la mer. Les veines que l'on fouille d'un côté d'une rivière ou d'une montagne répondent exactement à celles de l'autre côté; les mêmes couches de terre, les mêmes bancs de pierre, accompagnent les unes et les autres; le charbon s'y trouve partout de la même espèce. Ce fait a été vérifié plusieurs fois par des sondes qui ont fait reconnoître les mêmes terres et les mêmes bancs jusqu'à quatre cents pieds de profondeur.

A une lieue et demie à l'est d'Aix-la-Chapelle, il y a plusieurs mines de charbon; pour parvenir aux veines l'on traverse une espèce de grès fort dur, que l'on ne peut percer qu'avec la poudre : ce grès est par lits dans la même direction et inclinaison que la veine de charbon; mais il est tout rempli de fentes ou de joints, de façon qu'il se sépare en morceaux. Au dessous du grès, on trouve une terre noire très-dure de plusieurs pieds d'épaisseur; elle sert de toit au charbon : le *mur* est de la même espèce de terre dure; l'une et l'autre paroissent contenir des empreintes de plantes : exposée à l'air, cette terre s'effleurit et s'attendrit.

Ce charbon contient très-peu de bitume; il est tres-pyriteux, et par conséquent nullement propre à l'usage des forges : mais il est bon pour les appartemens.

En Allemagne, il y a plusieurs endroits où l'on trouve des mines de charbon; celles de Zwickau consistent en deux couches de quatre, cinq, six pieds d'épaisseur, qui ne sont séparées l'une de l'autre que par une couche mince d'argile : leur profondeur n'est qu'à environ trois toises au dessous de la surface du terrain : la veine de dessous est meilleure que celle de dessus; elles ont vingt-cinq ou trente degrés d'inclinaison. Il s'en trouve aux environs de Marienberg, en Misnie; dans plusieurs endroits du duché de Magdebourg; dans la principauté d'Anhalt, à Bernbourg; dans le cercle du Haut-Rhin, à Aï, pres de Cassel; dans le duché de Meckelbourg, à Plauen; en Bohême, aux environs de Tœplitz; dans le comté de Glatz, à Hansdorf; en Silésie, à Gablan, Rottenbach, et Gottsberg; dans le duché de Schweidnitz, à Reichenstein; dans le haut Palatinat, près de Sultzbach; dans le bas Palatinat, à Bascharage, etc. Il y a, dit M. Ferber, des mines de charbon fossile à Votschberg, à cinq ou six lieues de Feistritz, et de meilleures encore à *Luim,* à dix milles

de Vostehberg dans la Styrie supérieure. A quatre lieues de la ville de *Rhène*, à une demi-lieue du village d'*Ypenbure*, sur la route d'Osnabruck, on trouve des mines de charbon qu'on emploie à l'usage des salines. En sortant d'Ypenbure on passe une montagne au nord de laquelle est un vallon, et ensuite une autre montagne, où l'on exploite les mines de charbon. A deux lieues plus loin, il y a d'autres mines qui sont environnées des mêmes rochers; on prétend que c'est la même couche de charbon qui s'y prolonge. Comme jusqu'à présent on n'a exploité qu'une seule couche de charbon, on conjecture que c'est la même qui règne dans tout le pays. On l'exploite dans cette mine à deux cents pieds de profondeur perpendiculaire; elle a une pente inclinée du couchant au levant, qui est à peu près celle de la montagne. La veine a communément deux pieds et demi d'épaisseur en charbon qui paroît être de très-bonne qualité, quoiqu'il y ait quelques morceaux dans lesquels on aperçoive des lames de pyrites. Cette veine est précédée d'une couche de terre noire; et cette couche, entremêlée de quelques petits morceaux de charbon, a un pied et demi, deux, et trois pieds d'épaisseur. Le toit qui recouvre la veine est un lit de six, huit, dix pouces d'épaisseur de graviers réunis en pierre assez dure, au dessus duquel est le grès disposé par bancs.

On trouve aux environs de *Vétine*, petite ville des états du roi de Prusse, plusieurs mines de charbon; elles sont situées sur le plateau d'une colline fort étendue : elles sont au nombre de plus de vingt actuellement en exploitation. Une de ces mines qui a été visitée par M. Jars, et qui est à trois quarts de lieue de Vétine, a trente-neuf toises de profondeur; savoir, vingt-six toises depuis la surface de la terre jusqu'à la première veine de charbon, onze toises depuis cette première veine jusqu'à la seconde, et deux toises depuis la seconde jusqu'à la troisième; ce qui varie néanmoins très-souvent par les dérangemens que les veines éprouvent dans leur inclinaison, et qui les rapprochent plus ou moins, surtout les inférieures, qui sont quelquefois immédiatement l'une sur l'autre.

La première couche a jusqu'à huit pieds d'épaisseur; la seconde, deux pieds et demi; la troisième, un pied et demi ou deux pieds. On traverse plusieurs bancs de rochers pour parvenir au charbon, surtout un rocher rouge qui paroît être une terre sablonneuse durcie, mêlée de mica blanc : un rocher blanchâtre, semé aussi de mica blanc, se trouve plus près des veines, et les sépare entre elles; ce rocher y forme des creins qui quelquefois les coupent presque entièrement. Le rocher qui sert de toit au charbon est bleuâtre; c'est une espèce d'argile durcie, qui contient des empreintes de plantes, surtout de fougères. Celui du mur est sablonneux, d'un blanc noirâtre. Ces rochers s'attendrissent à l'air et s'y effleurissent. Les veines ont leur direction sud-est, nord-ouest, et leur pente du côté du midi. Le charbon est un peu pyriteux, mais paroît être d'assez bonne qualité. Dans la première veine on remarque un lit, de quelques pouces d'épaisseur, qui suit toujours le charbon et qui divise la veine en deux parties; c'est un charbon très-pierreux.

A Dielau, la plus grande profondeur de la mine que l'on exploite est à quarante toises. Le charbon se trouve dans un filon tantôt incliné, tantôt presque perpendiculaire, et qui est coupé et détourné quelquefois par des *creins*. Le rocher dans lequel ce filon se trouve est semblable à celui de Vétine.

A Gibienstein, situé à une demi-lieue de la ville de Halle en Saxe, on a trouvé une veine de charbon qui paroissoit au jour et qui a plusieurs pieds d'épaisseur; on n'a point encore reconnu son inclinaison ni sa direction. Le charbon qu'on en tire est peu bitumineux, et mêlé avec beaucoup de pyrites; il ressemble fort à celui de Lay en Bourbonnois. M. Hoffmann dit que cette mine s'étend bien loin sous une grande partie de la ville et du faubourg, ensuite dans les campagnes vers le midi jusqu'au bourg de Lieben, où on la rencontre souvent en faisant des puits, de même qu'à Dielau, à une lieue et demie de Halle. Sa texture est semblable à celle d'un amas de morceaux de bois ou copeaux.

En Espagne, il y a des mines de charbon de terre dans plusieurs provinces, et particulièrement en Galice, aux Asturies, dans le royaume de Leon, et aussi dans la basse Andalousie près de Séville, dans la Nouvelle-Castille, et même auprès de Madrid. M. Le Camus de Limare, l'un de nos plus habiles minéralogistes, a fait ouvrir le premier cette mine de charbon près de Madrid, et il a eu la bonté de me communiquer la notice que je joins ici [1].

1. « La mine de charbon qu'on exploite dans la basse Andalousie est située à six lieues au nord de Séville, dans le territoire du bourg de *Villanueva-del-Rio*, sur le bord de la rivière de Guezna, qui se jette dans le Guadalquivir : la veine a sa direc-

En Savoie on trouve une espèce de charbon de terre d'assez mauvaise qualité, et le principal usage qu'on en fait est pour évaporer les eaux des sources salées. De toute la Suisse, le canton de Berne est le plus riche en mines de charbon. Il s'en trouve aussi dans le canton de Zurich, dans le pays de Vaud, aux environs de Lausanne : mais la plupart de ces charbons sont d'assez médiocre qualité.

En Italie, dont la plus grande partie a été ravagée par le feu des volcans, on trouve moins de charbon de terre qu'en Angleterre et en France. M. Tozzetti a donné de très-bonnes observations [1] sur les bois fossiles de Saint-Cerbone et de Strido ; j'ai cru devoir en faire l'extrait dans la note ci-jointe, parce que les faits qu'il rapporte sont au-

tion du levant au couchant, et son inclinaison de soixante-cinq à soixante-dix degrés au nord ; son épaisseur varie depuis trois pieds jusqu'à quatre pieds et demi. Elle fournit de très-bon charbon quand on sait le séparer des nerfs et des parties terreuses dont les veines sont toujours entremêlées ; mais comme les concessionnaires actuels les font exploiter par des paysans, et qu'on met en vente indistinctement le bon et le mauvais charbon, la qualité en est décriée, le débit médiocre, et l'on préfère à Séville et à Cadix le charbon qu'on tire de Marseille et d'Angleterre, quoique le double plus cher.

« Quant à celle qu'on a découverte près de Madrid, à six lieues au nord, au pied de la chaîne des montagnes de l'Escurial, sur le bord de la rivière de Mançanarez, qui passe à Madrid, c'est moi qui ai fait la première tentative en 1763, au moyen d'un puits de soixante-dix pieds de profondeur, et d'une traverse ; j'avois reconnu plusieurs veines dont la plus forte avoit six pouces d'épaisseur, toutes d'un bitume desséché, assez dur, mais terne, et brûlant foiblement. Leur direction est aussi du levant au couchant avec une pente d'un pied par toise au nord-ouest ; on a depuis continué ce travail, mais on n'y a pas encore trouvé de vrai charbon. »

1. Il dit que ces bois fossiles sont semblables à de gros troncs d'arbres, qui ne forment point une couche continue comme les autres matières des collines où ils se trouvent, mais qu'ils sont ordinairement séparés les uns des autres, souvent deux ensemble, et toujours d'une nature différente de celle du terrain où ils sont ensevelis. Ils sont d'une couleur extrêmement noire avec autant de lustre que le charbon artificiel ; mais ils sont plus denses et plus lourds, et surtout lorsqu'on ne fait que les tirer de la terre ; car à la longue ils perdent leur humidité et deviennent moins pesans, quoiqu'ils aillent toujours au fond de l'eau. Il est constant que, dans leur origine, ces charbons étaient des troncs d'arbres ; on ne peut manquer de s'en convaincre en les voyant dans la terre même : la plupart conservent leurs racines, et sont revêtus d'une écorce épaisse et rude ; ils ont des nœuds, des branches, etc. ; on y voit les cercles concentriques et les fibres longitudinales du bois. Les mêmes choses se remarquent dans les charbons du val d'*Asno di sopra* et du val de *Cecina* : ceux-ci sont seulement plus onctueux que les autres ; et même le bitume dont ils sont imbibés s'est trouvé quelquefois en si grande abondance, qu'ils en ont regorgé ; cette matière s'est fait jour à travers les troncs, a passé dans les racines et dans tous les vides de l'arbre, et y a formé une incrustation singulière qui imite la forme des pierreries ; elle compose des couches de l'épaisseur d'une ligne au plus, partagées en petites écuelles rondes, aussi serrées l'une contre l'autre que le peuvent être des cercles : ces petites écuelles sont toutes de la même grandeur dans la même couche, et laissent apercevoir une cavité reluisante, unie, hémisphérique, qui se rétrécit par le fond, devient circulaire, ensuite cylindrique, et se termine en plan ; chacune de ces cavités est entièrement pleine d'un suc bitumineux, consolidé comme le reste du charbon fossile : ce suc, par la partie qui déborde la cavité, est aplani ; le reste prend la forme des parois qui le renferment, sans y être néanmoins attaché qu'au fond, où il finit en plan ; ce qui forme un petit corps qu'on peut détacher avec peu de force, comme avec la pointe d'une épingle dont on toucheroit le bord, on le verroit sortir et montrer la figure hémisphérique en petits cylindres.

Dans le charbon qu'on tire promptement de la terre, les surfaces extérieures de ces petits corps multipliés étant aplanies et contiguës les unes aux autres, forment une croûte aplanie aussi d'un bout à l'autre ; mais à mesure que le charbon se dessèche, cette croûte paroît pleine de petites fentes occasionées par le retirement de ces corps, et par leur séparation mutuelle : les couches aplanies, formées par les *pierreries*, sont irrégulières, et éparses çà et là sur le tronc du charbon fossile ; elles sont, outre cela, doubles, c'est-à-dire que l'une incruste une face, l'autre une autre, et elles se rencontrent réciproquement avec les surfaces des corpuscules renfermés dans les petites écuelles. Précisément dans l'endroit où ces deux couches se rencontrent, la masse du charbon fossile reste sans liaison et comme coupée ; de là vient que ces grands troncs se rompent si facilement, et se subdivisent en massifs de diverses figures et de diverses grosseurs : ces subdivisions, si aisées à faire, sont cause que dans les endroits où le charbon fossile se transporte, on a de la peine à comprendre que les morceaux qu'on en voit soient des portions d'un grand tronc d'arbre, comme on le reconnoît aisément dans les lieux où il se trouve.

On y voit encore plusieurs masses bitumineuses, incrustées de *pierreries*, mais détachées entièrement de l'arbre. M. Tozzetti soupçonne que, dans leur origine, elles faisoient portion d'un tronc de charbon fossile anciennement rompu, qui étoit resté enseveli dans la terre. Notre physicien ne seroit pas non plus éloigné de croire que ce fût du bitume qui, n'ayant pas trouvé une matière végétale pour s'y attacher, se seroit coagulé lui-même. Il est certain qu'en rompant quelques unes de ces coagulations détachées, on n'y découvre point les fibres longitudinales du bois, qui en sont les marques distinctives ; mais on y voit seulement un amas prodigieux de globules rangés par ordre, et semblables à des rayons qui partent d'un centre et qui aboutissent à une circonférence. Il faut ajouter qu'à la surface de ces coagulations, les corpuscules qui remplissent les petites écuelles sont moins écrasés par dehors que ceux des couches formées sur les troncs des charbons fossiles ; ce qui feroit croire que, dans le premier cas, ils ont eu la liberté de s'étendre autant qu'ils pouvoient, sans trouver

tant de preuves du changement des matières végétales en véritable charbon, et de la différence des formes que prend le bitume en se durcissant : mais le récit de ce savant observateur me paroît plutôt prouver que le bitume s'est formé dans l'arbre même, et a été ensuite comme extravasé, et non pas qu'un bitume étranger soit venu, comme il le croit, pénétrer ces troncs d'arbres; et former ensuite à leur surface de petites protubérances. Ce qui me confirme dans cette opinion, c'est l'expérience que j'ai faite sur un gros morceau de cœur de chêne, que j'ai tenu pendant près de douze ans dans l'eau pour reconnoître jusqu'à quel point il pouvoit s'imbiber d'eau : j'ai vu se former au bout de quelque mois, et plus encore après quelques années, une substance grasse et tenace à la surface de ce bloc de bois; ce n'étoit que son huile qui commençoit à se bituminiser. On essuyoit à chaque fois ce bloc pour avoir son poids au juste; sans cela l'on auroit vu le bitume se former en petites protubérances dans cette substance grasse, comme M. Tozzetti l'a observé sur les troncs d'arbres de Saint-Cerbone.

On voit, dans les Mémoires de l'Académie de Stockholm, qu'il y a des mines de charbon en Suède, surtout dans la Scanie ou Gothie méridionale. Dans celles qui sont voisines de Bosrup, les couches supérieures laissent apercevoir sensiblement un tissu ligneux, et on y trouve une terre d'ombre [1] mêlée avec le charbon : il y a dans la Westrogothie une mine d'alun où l'on trouve du charbon, dont M. Morand a vu quelques morceaux qui présentoient un reste de nature ligneuse, au point que, dans quelques uns, on croit reconnoître le tissu du hêtre.

Dans un discours très-intéressant sur les productions de la Russie, l'auteur donne les indications des mines de charbon de terre qui se trouvent dans cette contrée.

de résistance dans des corpuscules contigus. Ce n'est pas tout : M. Tozzetti trouve encore une preuve de coagulation de bitume pur dans une autre masse toute pleine de globules, et dans laquelle il ne découvre pas la moindre trace de plante.

Telle est la nature de ces charbons fossiles; l'auteur y joint leur usage : ils ont de la peine à s'allumer; mais lorsqu'ils le sont une fois, ils produisent un feu extrêmement vif, et restent long-temps sans se consumer; d'ailleurs ils répandent une odeur désagréable qui porte à la tête et aux poumons, précisément comme le charbon d'Angleterre, et la cendre qui en résulte est de couleur de safran.

1. Cette terre bitumineuse, appelée quelquefois *momie végétale*, est tantôt solide, tantôt friable, et se trouve en beaucoup d'endroits; il s'en rencontre derrière les bains de Freyenwald, dans un endroit nommé le *Trou-noir*.

En Sibérie, à quelque distance de la petite rivière *Selowa*, qui tombe dans le fleuve *Lena*, on trouve une mine de charbon de terre; elle est située vis à-vis d'une île appelée *Beresowi;* elle s'étend horizontalement fort loin, et son épaisseur est de dix à onze pouces. Le charbon n'est pas d'une bonne qualité; car tant qu'il est dans la terre, il est ferme; mais aussitôt qu'il est exposé à l'air, il tombe par morceaux.

A la Chine, le charbon de terre est aussi commun et aussi connu qu'en Europe, et de tout temps les Chinois en ont fait grand usage, parce que le bois leur manque presque partout; preuve évidente de l'ancienneté de leur nombreuse population. Il en est de même du Japon, et l'on pourroit assurer qu'il existe de même des charbons de terre dans toutes les parties de l'Asie. On en a trouvé à Sumatra, aux environs de Sillida; on en connoît aussi quelques mines en Afrique et à Madagascar.

En Amérique, il y a des mines de charbon de terre comme dans les autres parties du monde. Celles du cap Breton sont horizontales, faciles à exploiter, et ne sont qu'à six ou huit pieds de profondeur : un feu qu'il n'est pas possible d'étouffer a embrasé une de ces mines, dont les trois principales sont situées, la première dans les terres de la baie de Moridiemée, la seconde dans celle de la baie des Espagnols, et la troisième dans la petite île Bras-d'Or; cette dernière a cela de particulier, que son charbon contient de l'antimoine. Le toit de ces mines est, comme partout ailleurs, chargé d'empreinte de végétaux. Il y a aussi des mines de charbon à Saint-Domingue, à Cumana, dans la Nouvelle-Andalousie; et l'on a trouvé, en 1768, une de ces mines dans l'île de la Providence, l'une des Lucayes, où le charbon est de bonne qualité. On en connoît d'autres au Canada, dans les terres de Saquenai, vers le bord septentrional du fleuve Saint-Laurent, et dans celles de l'Acadie ou Nouvelle-Écosse. Enfin on en a vu jusque dans les terres de la baie Disko, sur la côte du Groenland.

Ainsi l'on peut trouver dans tous les pays du monde, en fouillant les entrailles de la terre, cette matière combustible, déjà très-nécessaire aujourd'hui dans les contrées dénuées de bois, et qui le deviendra bien davantage à mesure que le nombre des hommes augmentera, et que le globe qu'ils habitent se refroidira; et non seulement cette matière peut en tout et partout remplacer le bois pour les usages du feu, mais

elle peut même devenir plus utile que le charbon de bois pour les arts, au moyen de quelques précautions dont il est bon de faire ici mention, parce qu'elles nous donneront encore des connoissances sur les différentes manières dont ces charbons sont composés ou mélangés.

A Liége et dans les environs, où l'usage du charbon est si ancien, on ne se sert, pour le chauffage ordinaire, dans le plus grand nombre des maisons, que du menu charbon, c'est-à-dire des débris du charbon qui se tire en blocs et en masses; on sépare seulement de ces menus charbons les matières étrangères qui s'y trouvent mêlées en volume apparent, et surtout les pyrites, qui pourroient faire explosion dans le feu; et pour augmenter la quantité et la durée du feu de ce charbon, on le mêle avec des terres grasses, limoneuses ou argileuses des environs de la mine, et ensuite on en fait des pelotes qu'on appelle des *hochets*, qui peuvent se conserver et s'accumuler sans s'effleurir, en sorte que chaque famille du peuple fait sa provision de hochets en été pour se chauffer en hiver.

Mais l'usage du charbon de terre, sans mélange ni addition de terre étrangère, est encore plus commun que celui de ces masses mélangées, et c'est aussi ce que nous devons considérer plus particulièrement. Avec du charbon de terre en gros morceaux et de bonne qualité le feu dure trois ou quatre fois plus long-temps qu'avec du charbon de bois : si vingt livres de bois durent trois heures, vingt livres de charbon en dureront douze. En Languedoc, dit M. Venel, les feux de bûches et de rondins de bois sec, dans les foyers ordinaires, coûtent plus du double que les pareils feux de houille faits sur les grilles ordinaires. Cet habile chimiste recommande de ne pas négliger les braises qui se détachent du charbon de terre en brûlant; car, en les remettant au feu, leur durée et leur effet correspondent au moins au quart du feu de houille neuve, et de plus ces braises ont l'avantage de ne point donner de fumée : les cendres mêmes du charbon de terre peuvent être utilement employées. M. Kurella, cité par M. Morand, dit qu'en pétrissant ces cendres seules avec de l'eau, on en peut faire des gâteaux qui brûlent aussi bien que les pelotes ou briquettes neuves, et qui donnent une chaleur d'une aussi longue durée.

On prendroit, au premier coup d'œil, la braise du charbon de terre pour de la braise de charbon de bois brûlé : mais il faut pour cela qu'il ait subi une combustion presque entière; car s'il n'éprouve qu'une demi-combustion pour la préparation qui le réduit en *coak*, il ressemble alors au charbon de bois qui n'a brûlé de même qu'à demi. « Cette opération, dit très-bien M. Jars, est à peu près la même que celle pour convertir le bois en charbon. »

M. Jars donne, dans un autre Mémoire, la manière dont on fait les *cinders* à Newcastle, dans des fourneaux construits pour cette opération, et dont il donne aussi la description. Enfin, dans un autre Mémoire, le même académicien expose très-bien les différens procédés de la cuisson du charbon de terre dans le Lyonnois, et l'usage qu'on en fait pour les mines de cuivre à Saint-Bel.

M. Gabriel Jars, de l'Académie de Lyon, et frère de l'académicien que je viens de citer, a publié un très-bon *Mémoire sur la manière de préparer le charbon de terre pour le substituer au charbon de bois dans les travaux métallurgiques, mise en usage depuis l'année* 1769 *dans les mines de Saint-Bel*, dans lequel l'auteur dit, avec grande raison, que « le charbon de terre est, comme tous les autres bitumes, composé de parties huileuses et acides; que dans ces acides on distingue un acide sulfureux, auquel il croit que l'on peut attribuer principalement les déchets que l'on éprouve lorsqu'on l'emploie dans la fonte des métaux. Le soufre et les acides dégagés par l'action du feu, dans la fusion, attaquent, rongent, et détruisent les parties métalliques qu'ils rencontrent; voilà les ennemis que l'on doit chercher à détruire : mais la difficulté de l'opération consiste à détruire ce principe rongeur, en conservant la plus grande quantité possible de parties huileuses, phlogistiques et inflammables, qui seules opèrent la fusion, et qui lui sont unies. C'est à quoi tend le procédé dont je vais donner la méthode; on peut le nommer le *dessoufrage*. Après l'opération, le charbon minéral n'est plus à l'œil qu'une matière sèche, spongieuse, d'un gris noir, qui a perdu de son poids et acquis du volume, qui s'allume plus difficilement que le charbon cru, mais qui a une chaleur plus vive et plus durable. »

M. Gabriel Jars donne ensuite une comparaison détaillée des effets et du produit du feu des coaks, et de celui du charbon de bois, pour la fonte des minerais de cuivre : il dit que les Anglois fondent la plupart des minerais de fer avec les coaks,

dont ils obtiennent un fer coulé excellent, qui se moule très-bien; mais que jamais ils ne sont parvenus à en faire un bon fer forgé.

Au reste, il y a des charbons qu'il seroit peut-être plus avantageux de lessiver à l'eau que de cuire au feu, pour les réduire en coaks. M. de Grignon a proposé de se servir de cette méthode, et particulièrement pour le charbon d'Épinac : mais M. de Limare pense au contraire que le charbon d'Épinac n'étant que pyriteux, ne doit pas être lessivé, et qu'il n'y a nul autre moyen de l'épurer que de le préparer en coak; la lessive à l'eau ne pouvant servir que pour les charbons chargés d'alun, de vitriol, ou d'autres sels qu'elle peut dissoudre, mais non pas pour ceux où il ne se trouve que peu ou point de ces sels dissolubles à l'eau.

Le charbon de Mont-Cenis, quoiqu'à peu de distance de celui d'Épinac, est d'une qualité différente; il faut l'employer au moment qu'il est tiré, sans quoi il fermente bientôt et perd sa qualité; il demande à être dessoufré par le moyen du feu, et l'on a nouvellement établi des fourneaux et des hangars pour cette opération.

Le charbon de Rive-de-Gier, dans le Lyonnois, est moins bitumineux, mais en même temps un peu pyriteux; et, en général, il est plus compacte que celui de Mont-Cenis : il est d'une grande activité; son feu est âpre et durable; il donne une flamme vive, rouge, et abondante. Son poids est de cinquante-quatre livres le pied cube, lorsqu'il est dessoufré; et dans cet état il pèse autant que le charbon brut de Saint-Chamond, qui, quoique assez voisin de celui de Rive-de-Gier, est d'une qualité très-différente; car il est friable, léger, et à peu près de la même nature que celui de Mont-Cenis, à l'exception qu'il est un peu moins pyriteux. Il ne pèse cru que cinquante-quatre livres le pied cube, et ce poids se réduit à trente-six lorsqu'il est dessoufré.

De toutes les méthodes connues pour épurer le charbon, celle qui se pratique aux environs de Gand est l'une des meilleures : on se sert des charbons crus de Mons et de Valenciennes; et le coak est si bien fait, dit M. de Limare, qu'on s'en sert sans inconvénient dans les blanchisseries de toile fine et de batiste : on l'épure dans des fourneaux entourés de briques, où l'on a ménagé des registres pour diriger l'air et le porter aux parties qui en ont besoin. Mais on assure que la méthode du sieur Ling, qui a mérité l'approbation du gouvernement, est encore plus avantageuse; et je ne puis mieux terminer cet article qu'en rapportant le résultat des expériences qui ont été faites à Trianon, le 12 janvier 1779, avec du charbon du Bourbonnois dessoufré à Paris par cette méthode du sieur Ling, par lesquelles expériences il est incontestablement prouvé que le charbon préparé par ce procédé a une grande supériorité sur toutes les matières combustibles, et particulièrement sur le charbon cru, soit pour le chauffage ordinaire, soit pour les arts de métallurgie, puisque ces expériences démontrent :

1° Que le charbon ainsi préparé, quoique diminué de masse par l'épurement, tient le feu bien plus long-temps qu'un volume égal de charbon cru;

2° Qu'il a infiniment plus de chaleur, puisque, dans un temps donné et égal, des masses de métal de même volume acquièrent plus de chaleur sans se brûler;

3° Que ce charbon de terre préparé est bien plus commode pour les ouvriers, qui ne sont point incommodés des vapeurs sulfureuses et bitumineuses qui s'exhalent du charbon cru;

4° Que ce charbon préparé est plus économique, soit pour le transport, puisqu'il est plus léger, soit dans tous les usages qu'on en peut faire, puisqu'il se consomme moins vite que le charbon cru;

5° Que la propriété précieuse que le charbon préparé par cette méthode a d'adoucir le fer le plus aigre, et de l'améliorer, doit lui mériter la préférence non seulement sur le charbon cru, mais même sur le charbon de bois;

6° Enfin que le charbon de terre épuré par cette méthode peut servir à tous les usages auxquels on emploie le charbon de bois, et avec un très-grand avantage, attendu que quatre livres de ce charbon épuré font autant de feu que douze livres de charbon de bois.

* Nous avons distingué deux sortes de charbon de terre : l'un, que l'on nomme *charbon sec*, qui produit en brûlant une flamme légère, et qui diminue de poids et de volume en se convertissant en braise; et l'autre, que l'on appelle *charbon collant*, qui donne une chaleur plus forte, se gonfle et s'agglutine en brûlant. Nous croyons devoir ajouter à ce sujet des observations importantes qui nous ont été communiquées par M. Faujas de Saint-Fond [1]. Ce savant

1. Lettre de M. Faujas de Saint-Fond à M. le

naturaliste distingue comme nous le charbon sec du charbon collant; mais il a remarqué de plus dans les différentes mines qu'il a examinées en France, en Angleterre, et en Écosse, que ces deux sortes de charbon de terre étoient attachées chacune à un sol d'une nature particulière, et que les charbons secs ne se trouvoient que dans les terrains calcaires, tandis qu'au contraire on ne rencontroit le charbon collant que dans les terrains granitiques et schisteux : et voici, d'après M. Faujas, quelle est la qualité de ces deux charbons, et de quelle manière chacune d'elles se présente.

Le charbon sec étant en masse continue peut se tirer en gros morceaux : il est, comme les autres charbons, disposé par lits alternatifs. Si l'on examine avec attention les lits supérieurs, on y reconnoît les caractères du bois, et on y trouve quelquefois des coquilles bien conservées, et dont la nacre n'a été que peu altérée. Lorsqu'on est parvenu aux couches inférieures, la qualité du charbon devient meilleure; son tissu est plus serré, sa substance plus homogène : il offre dans sa cassure des surfaces lisses et souvent brillantes comme celle du jayet; et s'il n'en a pas le luisant, son grain est uni, serré, et n'est jamais lamelleux.

Ce charbon sec, lorsqu'il est de bonne qualité, répand en brûlant une flamme vive, légère, bleuâtre à son sommet, assez semblable à celle du bois ordinaire; et l'on observe qu'à mesure que ce charbon s'embrase, il se gerce et se fend en plusieurs sens : il perd au moins un tiers de son volume et de son poids en se convertissant en braise, et ses cendres sont blanches comme celles du bois.

M. Faujas m'a fait voir des charbons secs qui, après avoir été épurés, presentent évidemment les fibres ligneuses et même les couches concentriques du bois, qu'il étoit difficile d'y reconnoître avant que leur organisation eût été mise à découvert par l'épurement.

Lorsqu'on fait brûler ce charbon, son odeur est en général plus ou moins désagréable et forte, suivant les diverses qualités de ce minéral : quelquefois elle est très-foible; mais souvent elle est empyreumatique, ou fétide et nauséabonde, ou la même que celle du foie de soufre volatil. Au reste, M. Faujas observe que ces charbons secs, quoique moins bitumineux en apparence que les charbons collans, le sont réellement davantage, et qu'ils produisent par leur distillation un cinquième de plus de bitume, et un tiers de plus d'eau alcalisée.

Le charbon *collant*, qu'on appelle aussi *charbon gras*, diffère du charbon *sec* en ce qu'il se boursoufle en brûlant, tandis que le charbon sec fait retraite. Ce charbon collant augmente de volume au moins d'un tiers; il présente des pores ou cavités semblables à ceux d'une lave spongieuse, et que l'on reconnoît très-aisément lorsqu'il est éteint. C'est après avoir été ainsi dépouillé de son eau, de l'acali volatil, et du bitume, qu'il porte le nom de *charbon épuré* en France, et de *coak* en Angleterre : il se réduit en une cendre grise; et soit qu'on l'emploie, dans les fourneaux, en gros morceaux ou en poussière, il s'agglutine et se colle fortement, de manière à ne former qu'une masse qu'on est obligé de soulever et de rompre, afin que l'air ne soit pas intercepté par cette masse embrasée, et que le feu ne perde pas son activité.

Ce charbon collant produit une flamme qui s'élève moins, mais qui est beaucoup plus vive et plus âpre que celle du charbon sec; il donne une chaleur plus forte et beaucoup plus durable; il en sort une fumée plus résineuse qu'alcalescente, qui n'a point l'odeur fétide de la plupart des charbons secs, et même, lorsqu'elle est très-atténuée, elle répand une sorte d'odeur de succin. Ce charbon est composé de petites lames fort minces, très-luisantes, et placées sans ordre; et si ces lames sont peu adhérentes, le charbon est très-friable : il est connu alors dans la Flandre sous le nom de *houille*, et sous celui de *menu poussier* dans les mines du Forez et du Lyonnois : mais d'autres fois ces lames, plus solides et plus adhérentes entre elles, donnent à ce charbon une continuité ferme, et qui permet de le détacher en gros morceaux. Ce charbon solide est celui qui est le plus recherché; ses lames sont assez souvent disposées en stries longitudinales, et d'un noir très-brillant : mais le luisant de ce charbon diffère de celui du charbon sec en ce que ce dernier, quoique très-luisant, a un grain serré et uni, dont le poli naturel est comme onctueux, tandis que les lames du charbon collant ont une apparence vitreuse et brillante. M. Faujas a aussi observé qu'il se trouve quelquefois du charbon collant dans lequel la matière bitumineuse paroît affecter la forme cubique, et il dit que l'on rencontre, particulièrement dans les charbons

comte de Buffon, datée de Montélimart, 10 janvier 1786.

des environs d'Édimbourg et de Glascow, des morceaux qui ne paroissent être composés que d'une multitude de petits cubes bitumineux engagés les uns dans les autres, mais qui se détachent facilement.

L'on trouve aussi, dans ces charbons collans, tantôt des parcelles ligneuses bien caractérisées, tantôt des bois pyritisés, et surtout diverses empreintes de végétaux semblables à des roseaux et à d'autres plantes dont il seroit assez difficile de déterminer exactement les espèces. Toutes ces empreintes sont en relief d'un côté, et en creux de l'autre; la substance de la plante a disparu, soit qu'elle ait été détruite par la pourriture, ou qu'elle se soit convertie en charbon. M. Faujas remarque avec raison qu'il seroit très-important de comparer ces sortes d'empreintes, et de voir s'il n'existeroit pas quelque différence entre les empreintes des charbons des terrains calcaires et celles des charbons des sols granitiques.

A l'égard de la situation des mines de charbon sec au milieu des terrains calcaires, les seuls où on les trouve, suivant M. Faujas, cet habile minéralogiste remarque que quand une mine de charbon se trouve, par exemple, dans les parties calcaires des Alpes, au pied de quelque escarpement entièrement dépouillé de terre végétale, et où la terre est à nu, l'on aperçoit tout d'un coup l'interruption de la roche calcaire dans l'endroit où se rencontre le charbon, dont les premières couches gisent sous une espèce de monticule d'argile pure ou marneuse, ou mêlée de sable quartzeux; la sonde en tire de l'argile plus ou moins pure, du charbon, de la pierre calcaire ordinairement feuilletée, quelquefois des bois charbonifiés qui conservent leurs caractères ligneux, et qui sont mêlés avec des coquilles : ces premières couches sont suivies d'autres lits d'argile, de pierres calcaires ou de charbons, dont l'épaisseur varie. L'inclinaison de ces couches est la même que celle de la base sur laquelle elles s'appuient, et il est important de remarquer que l'on trouve souvent à de grandes profondeurs la matière même du charbon adhérente à la pierre calcaire, et que, dans les points de contact, les molécules du charbon sont mêlées et confondues avec celles de la pierre, de manière qu'on doit rapporter à la même époque la formation de ces pierres calcaires et celle du charbon.

Mais au contraire les mines de charbon *collant*, qui sont situées dans les montagnes granitiques ou schisteuses, ont été déposées dans des espèces de bassins où les courans de la mer ont transporté les argiles, les sables, les micas, avec les matières végétales; quelquefois les flots ont entraîné des pierres de diverses espèces, et en ont formé ces amas de cailloux roulés qu'on trouve au dessus ou au dessous des charbons collans; d'autres fois les bois et autres végétaux ont été accumulés sur les sables ou sur les argiles, où ils ont formé des couches parallèles lorsqu'ils ont été déposés sur un sol uni et horizontal, et n'ont formé que des pelotons ou des masses irrégulières, et des lits tortueux, interrompus, et inclinés, lorsqu'ils ont été déposés sur une base inégale ou inclinée; et l'on doit observer que jamais le charbon collant ne porte immédiatement sur le granite. M. Faujas a observé qu'il existe constamment une couche de grès, de sable quartzeux, ou de pierres vitreuses, roulées et arrondies par le frottement, entre les granites et les couches de charbon; et si ces mêmes couches renferment des lits intermédiaires d'argile en masse ou d'argile feuilletée, ces argiles sont également séparées du granite par les sables, les grès, les pierres roulées, ou par d'autres matières provenant de la décomposition des roches vitreuses : telles sont les différences que l'on peut remarquer, suivant M. Faujas, entre les charbons secs et les charbons collans, tant pour leur nature que pour leur gisement dans les terrains calcaires et dans les terrains granitiques et schisteux. Ce naturaliste présume avec raison que la nature des charbons secs, toujours situés dans les terrains calcaires, tient en grande partie à leur formation contemporaine de celle des substances coquilleuses : la matière de ces charbons s'est mêlée avec la substance animale des coquillages dont les dépouilles ont formé les bancs de pierres calcaires; et les bois qui ont été convertis en charbon sec, placés au milieu de ces amas de matières alcalescentes, se sont imprégnés de l'alcali volatil qui s'en est dégagé; ce qui nous explique pourquoi ce charbon rend par la distillation une quantité d'alcali qui excède du double et du triple celle qu'on obtient des *charbons collans.*

L'on doit ajouter aux causes de ces différences entre les charbons collans et les charbons secs l'influence de la terre végétale, qui se trouve en très-petite quantité dans le charbon sec, et entre au contraire pour beaucoup dans la formation du charbon collant; et comme cette terre limoneuse est mêlée en plus grande quantité de matières vitreuses que de substances calcaires, il pourroit se faire, ainsi que l'a observé

M. Faujas, que les charbons collans ne se trouvassent jamais que dans les terrains granitiques et schisteux : et c'est par cette raison que cette terre limoneuse, qui se boursoufle et augmente de volume lorsqu'on l'expose à l'action du feu, donne aux charbons collans la même propriété de se gonfler, de s'agglutiner, et de se coller les uns contre les autres lorsqu'on les expose à l'action du feu.

Plus on multipliera les observations sur les charbons de terre, et plus on reconnoîtra entre leurs couches, et surtout dans les lits supérieurs, des empreintes de diverses sortes de plantes. « J'ai vu, m'écrit M. de Morveau, dans toutes les mines de charbon de Rive-de-Gier, de Saint-Chamond, et de Saint-Berain, des empreintes de plantes, des prêles, des caille-laits, des jones, dont l'écorce est très-reconnoissable, et qui ont jusqu'à un pouce de diamètre, un fruit qui joue la pomme de pin, des fougères surtout en quantité. J'ai observé dans les contre-parties de ces fougères que, d'un côté, les tiges et les côtes entières étoient en relief et les feuilles en creux, et, de l'autre côté, les côtes et les tiges en creux et les feuilles en relief : quand les schistes où sont ces empreintes sont très-micacés, comme dans un morceau que j'ai trouvé à Saint-Berain, on y distingue parfaitement la substance même de la plante et des feuilles, qui y forme une pellicule noire que l'on peut détacher, quoique très-mince. J'ai vu dans le cabinet de M. Le Camus, à Lyon, dans un de ces schistes de Saint-Chamond, un fruit rond de près d'un pouce d'épaisseur, dont la coupe présente trois couches concentriques; il croit que c'est une espèce de noix vomique [1]. » Toutes ces empreintes végétales achèvent de démontrer la véritable origine des charbons de terre, qui ne sont que des dépôts des bois et autres végétaux dont l'huile s'est, avec le temps, convertie en bitume par son mélange avec les acides de la terre. Mais lorsque ces végétaux conservent plus ou moins les caracteres extérieurs de leur première nature, lorsqu'ils offrent encore presque en entier leur contexture et leur configuration, et que les huiles et autres principes inflammables qu'ils renferment n'ont pas été entierement changés en bitume, ce ne sont alors que des bois ou végétaux fossiles qui n'ont pas encore toutes les qualités des charbons de terre, et qui, par leur état intermédiaire entre ces charbons et le bois ordinaire, sont une nouvelle preuve de l'origine de ces mêmes charbons qu'on ne peut rapporter qu'aux végétaux. On rencontre particulièrement de ces amas ou couches de bois fossile à Hohen et Stockhausen, dans le pays de Nassau ; à Statfeld, près de Heiligenbron, dans le pays de Dillembourg en Allemagne, dans la Vétéravie, etc. Il y en a aussi en France, et on a découvert une de ces forêts souterraines entre Bourg-en-Bresse et Lons-le-Saulnier. Mais ce n'est pas seulement dans quelques contrées particulières qu'on rencontre ces bois fossiles ; on en trouve dans la plupart des terrains qui renferment des charbons de terre, et en une infinité d'autres endroits. Ces bois fossiles ont beaucoup de rapports avec les charbons de terre par leur couleur, par leur disposition en couches, par les terres qui en séparent les différens lits, par les sels qu'on en retire, etc. ; mais ils en different par des caractères essentiels : le peu de bitume qu'ils contiennent est moins gras que celui des charbons ; leur substance végétale et les matières terreuses qu'ils renferment n'ont presque point été altérées par cette petite quantité de bitume; et enfin ces bois fossiles se rencontrent communément plus près de la surface du terrain que les charbons de terre, dont la première organisation a été souvent plus détruite, et dont les huiles ont toutes été converties en bitume.

Les bancs de schiste, d'argile, ou de grès, qui renferment et recouvrent les mines de charbons de terre, sont souvent recouverts eux-mêmes, dans les environs des anciens volcans, par des couches de laves qui ne sont quelquefois séparées des charbons que par une petite épaisseur de terre. M. Faujas a fait cette observation auprès du Puy-en-Vélay, auprès de Gensac-en-Vivarais, à Massarse dans le Nivernois, dans plusieurs endroits de l'Écosse, et particulièrement dans les mines de Glascow, et dans celles qui appartiennent au lord Dundonal. Ces laves ne peuvent avoir coulé sur ces couches de charbons qu'après la formation de ces charbons et leur recouvrement par la terre, qui, leur servant de toit, les a préservés de l'inflammation qu'auroit produite le contact de la lave en fusion.

Nous avons présenté l'énumération de toutes les couches de charbons de terre de la montagne de Saint-Gilles au pays de Liége, avec les résultats que nous a fournis la comparaison de ces couches ; nous donnons aussi dans la note ci-dessous, l'état des couches

1. Extrait d'une lettre de M. de Morveau à M. le comte de Buffon, en date du 20 novembre 1779.

de terre et de charbons du puits de Caughley-lane, situé à une lieue de la Severne en Angleterre [1]. En comparant également les couches de cette mine de Caughley-lane, nous trouverons, ainsi que nous l'avions déjà conclu de la position et de la nature des couches du pays de Liége, que l'épaisseur des couches de charbon n'est pas relative à la profondeur où elles gisent, et nous verrons aussi que l'épaisseur plus ou moins grande des matières étrangères interposées entre les couches de charbon n'influe pas sur l'épaisseur de ces couches.

Et à l'égard de la bonne ou mauvaise qualité des charbons, on remarquera, dans ces deux grands exemples, que celui qui est situé le plus profondément n'est pas le meilleur de tous; ce qui prouve qu'un séjour plus ou moins long dans le sein de la terre ne peut influer sur la nature du charbon qu'autant qu'il donne aux acides plus de temps pour convertir en bitume les huiles des végétaux enfouis; et tous les autres résultats que nous avons tirés de la nature et de la position des couches de la montagne de Saint-Gilles se trouvent confirmés par la comparaison des couches de Caughley-lane. (*Add. Buff.*)

1. *Épaisseur des couches de terre du puits de Caughley-lane, situé à une lieue de la Severne.*

	verges.	pouc.
Sable ordinaire	1	18
Gravier ou sable plus gros	2	24
Argile rouge	0	27
Pierre calcaire	4	0
Marne bleue et rouge	3	18
Argile dure, bleuâtre, qui se durcit à la superficie	0	18
Argile d'un bleu pâle ou gris de fer.	1	9
Argile grise	5	18
Charbon sulfureux de mauvaise odeur	0	18
Argile d'un gris brun	3	24
Rocher avec bitume brun mêlé de veines blanches	6	0
Argile rouge fort dure	6	0
Rocher noir et gris	5	18
Argile noire, rouge, et bleue mêlée.	7	0
Rocher gris avec pierres de mine de fer dans les interstices	13	0
Mauvais charbon	0	18
Argile blanchâtre unie qui couvre le meilleur charbon	1	12
Le meilleur charbon (*best-coal*)	2	0
Rocher qui fait le mur de la veine de charbon	0	9
Charbon dont on fait le coak pour fondre la mine de fer	0	27
Argile blanche, couverte par le charbon	2	0
Banc de glaise brune et noire où se trouve la mine de fer	2	0
Pierre dure sous la mine de fer	0	18
Couche d'argile dure qui couvre la mine	0	27
Charbon dur, luisant, mêlé de *silex* qui fait feu avec l'acier	1	0
TOTAL GÉNÉRAL	72	15

DU BITUME.

QUOIQUE les bitumes se présentent sous différentes formes, ou plutôt dans des états différens, tant par leur consistance que par les couleurs, ils n'ont cependant qu'une seule et même origine primitive, mais ensuite modifiée par des causes secondaires : le naphte, le pétrole, l'asphalte, la poix de montagne, le succin, l'ambre gris, le jayet, le charbon de terre; tous les bitumes, en un mot, proviennent originairement des huiles animales ou végétales altérées par le mélange des acides : mais quoique le soufre provienne aussi des substances organisées, on ne doit pas le mettre au nombre des bitumes, parce qu'il ne contient point d'huile, et qu'il n'est composé que du feu fixe de ces mêmes substances combiné avec l'acide vitriolique.

Les matières bitumineuses sont ou solides comme le succin et le jayet, ou liquides comme le pétrole et le naphte, ou visqueuses, c'est-à-dire d'une consistance moyenne entre le solide et le liquide, comme l'asphalte et la poix de montagne : les autres substances plus dures, telles que les schistes bitumineux, les charbons de terre, ne sont que des terres végétales ou limoneuses plus ou moins imprégnées de bitume.

Le naphte est le bitume liquide le plus coulant, le plus léger, le plus transparent, et le plus inflammable. Le pétrole, quoique liquide et coulant, est ordinairement coloré et moins limpide que le naphte. Ces deux bitumes ne se durcissent ni ne se coagulent à l'air; ce sont les huiles les plus ténues et les plus volatiles du bitume. L'asphalte, que l'on recueille sur l'eau ou dans le sein de la terre, est gras et visqueux dans ce

premier état; mais bientôt il prend à l'air un certain degré de consistance et de solidité. Il en est de même de la poix de montagne, qui ne diffère de l'asphalte qu'en ce qu'elle est plus noire et moins tenace.

Le succin, qu'on appelle aussi *karabé*, et plus communément *ambre jaune*, a d'abord été liquide, et a pris sa consistance à l'air et même à la surface des eaux et dans le sein de la terre: le plus beau succin est transparent et de couleur d'or; mais il y en a de plus ou moins opaque, et de toutes les nuances de couleur du blanc au jaune et jusqu'au brun noirâtre: il renferme souvent de petits débris de végétaux et des insectes terrestres, dont la forme est parfaitement conservée [1]; il est électrique comme la résine végétale, et par l'analyse chimique on reconnoît qu'il ne contient d'autres matières solides qu'une petite quantité de fer, et qu'il est presque uniquement composé d'huile et d'acide [2]. Et comme l'on sait d'ailleurs qu'aucune substance purement minérale ne contient d'huile, on ne peut guère douter que le succin ne soit un pur résidu des huiles animales ou végétales saisies et pénétrées par les acides; et c'est peut-être à la petite quantité de fer contenue dans ces huiles qu'il doit sa consistance et ses couleurs plus ou moins jaunes ou brunes.

Le succin se trouve plus fréquemment dans la mer que dans le sein de la terre [3], où il n'y en a que dans quelques endroits, et presque toujours en petits morceaux isolés. Parmi ceux que la mer rejette, il y en a de différens degrés de consistance, et même il s'en trouve des morceaux assez mous; mais aucun observateur ne dit en avoir vu dans l'état d'entière liquidité, et celui que l'on tire de la terre a toujours un assez grand degré de fermeté.

L'on ne connoît guère d'autre minière de succin que celle de Prusse, dont M. Neumann a donné une courte description par laquelle il paroît que cette matière se trouve à une assez petite profondeur dans une terre dont la première couche est de sable, la seconde d'argile mêlée de petits cailloux de la grosseur d'un pouce, la troisième de terre noire remplie de bois fossiles à demi décomposés et bitumineux, et enfin la quatrième d'un minéral ferrugineux; c'est sous cette espèce de mine de fer que se trouve le succin par morceaux séparés et quelquefois accumulés en tas.

On voit que les huiles de la couche de bois ont dû être imprégnées de l'acide contenu dans l'argile de la couche supérieure, et qui en descendoit par la filtration des eaux; que ce mélange de l'acide avec l'huile du bois a rendu bitumineuse cette couche végétale; qu'ensuite les parties les plus ténues et les plus pures de ce bitume sont descendues de même sur la couche du minerai ferrugineux, et qu'en le traversant elles se sont chargées de quelques particules de fer, et qu'enfin c'est du résultat de cette dernière combinaison que s'est formé le succin qui se trouve au dessous de la mine de fer.

Le jayet diffère du succin en ce qu'il est opaque et ordinairement très-noir: mais il est de même nature, quoique ce dernier ait quelquefois la transparence et le beau jaune de la topaze; car, malgré cette différence si frappante, les propriétés de l'un et de l'autre sont les mêmes: tous deux sont électriques; ce qui a fait donner au jayet le nom d'*ambre noir*, comme on a donné au succin celui d'*ambre jaune*: tous deux brûlent de même; seulement l'odeur que rend alors le jayet est encore plus forte, et sa fumée plus épaisse que celle du succin. Quoique solide et assez dur, le jayet est fort léger, et on a souvent pris pour du

1. M. Keysler dit qu'on ne voit dans le succin que des empreintes de végétaux et d'animaux terrestres, et jamais de poissons.... Cependant d'autres auteurs assurent qu'il s'y trouve quelquefois des poissons et des œufs de poissons. On m'a présenté, cette année 1778, un morceau d'environ deux pouces de diamètre, dans l'intérieur duquel il y avoit un petit poisson d'environ un pouce de longueur; mais comme la tranche de ce morceau de succin étoit un peu entamée, il m'a paru que c'étoit de l'ambre ramolli, dans lequel on a eu l'art de renfermer le petit poisson sans le déformer.

2. De deux livres de succin entièrement brûlé, M. Bourdelin n'a obtenu que dix-huit grains d'une terre brune sans saveur, saline, et contenant un peu de fer.

3. On trouve du jayet et de l'ambre jaune dans une montagne près de Bugarach en Languedoc, à douze ou treize lieues de la mer, et cette montagne en est séparée par plusieurs autres montagnes. On trouve aussi du succin dans les fentes de quelques rochers en Provence. Il s'en trouve en Sicile le long des côtes d'Agrigente, de Catane; à Bologne, vers la Marche d'Ancône; et dans l'Ombrie, à d'assez grandes distances de la mer. Il en est de même de celui que M. le marquis de Bonnac a vu tirer dans un endroit du territoire de Dantzick, séparé de la mer par de grandes hauteurs. M. Guettard, de l'Académie des Sciences, conserve dans son cabinet un morceau de succin qui a été trouvé dans le sein de la terre en Pologne, à plus de cent lieues de distance de la mer Baltique, et un autre morceau trouvé à Neubourg, à vingt lieues de distance de Dantzick: il y en a dans des lieux encore plus éloignés de la mer, en Podolie, en Volhynie: le lac Lubien de Posnanie en rejette souvent, etc.

jayet certains bois fossiles noirs, dont la cassure est lisse et luisante, et qui paroissent en effet ne différer du vrai jayet que parce qu'ils ne répandent aucune odeur bitumineuse en brûlant.

On trouve quelques minières de jayet en France; on en connoît une dans la province de Roussillon, près de Bugarach. M. de Gensanne fait mention d'une autre dans le Gévaudan, sur le penchant de la montagne près de Vebron, et d'une autre près de Roufliac, diocèse de Narbonne, où l'on faisoit dans ces derniers temps de jolis ouvrages de cette matière. On a trouvé dans la glaise, en creusant la montagne de Saint-Germain-en-Laye, un morceau de bois fossile, dont M. Fougeroux de Bondaroy a fait une exacte comparaison avec le jayet. « On sait, dit ce savant académicien, que la couleur du jayet est noire, mais que la superficie de ses lames n'a point ce luisant qu'offre l'intérieur du morceau dans sa cassure; c'est aussi ce qu'il est aisé de reconnoître dans le morceau de bois de Saint-Germain. Dans l'intérieur d'une fente ou d'un morceau rompu, on voit une couleur d'un noir d'ivoire bien plus brillant que sur la surface du morceau. La dureté du jayet et du morceau de bois est à peu près la même; étant polis ils offrent la même nuance de couleur; tous deux brûlent et donnent de la flamme sur les charbons: le jayet répand une odeur bitumineuse ou de pétrole; certains morceaux du bois en question donnent une pareille odeur, surtout lorsqu'ils ne contiennent point de pyrites. Ce morceau de bois est donc changé en jayet, et il sert à confirmer le sentiment de ceux qui croient le jayet produit par des végétaux. »

On trouve du très-beau jayet en Angleterre dans le comté d'York et en plusieurs endroits de l'Écosse; il y en a aussi en Allemagne, et surtout à Wirtemberg. M. Bowles en a trouvé en Espagne près de *Peralegos*, « dans une montagne où il y a, dit-il, des veines de bois bitumineux qui ont jusqu'à un pied d'épaisseur... On voit très-bien que c'est du bois, parce que l'on en trouve des morceaux avec leur écorce et leurs fibres ligneuses, mêlés avec le véritable jayet dur. »

Il me semble que ces faits suffisent pour qu'on puisse prononcer que le succin et le jayet tirent immédiatement leur origine des végétaux, et qu'ils ne sont composés que d'huiles végétales devenues bitumineuses par le mélange des acides; que ces bitumes ont d'abord été liquides, et qu'ils se sont durcis par leur simple desséchement, lorsqu'ils ont perdu les parties aqueuses de l'huile et des acides dont ils sont composés. Le bitume qu'on appelle *asphalte* nous en fournit une nouvelle preuve; il est d'abord fluide, ensuite mou et visqueux, et enfin il devient dur par la seule dessiccation.

L'asphalte des Grecs est le même que le bitume des Latins; on l'a nommé particulièrement *bitume de Judée*, parce que les eaux de la mer Morte et les terrains qui l'environnent en fournissent une grande quantité. Il a beaucoup de propriétés communes avec le succin et le jayet; il est de la même nature, et il paroît, ainsi que la poix de montagne, le pétrole, et le naphte, ne devoir sa liquidité qu'à une distillation des charbons de terre et des bois bitumineux qui, se trouvant voisins de quelque feu souterrain, laissent échapper les parties huileuses les plus légères, de la même manière à peu près que ces substances bitumineuses donnent leurs huiles dans nos vaisseaux de chimie. Le naphte, le pétrole, et le succin, paroissent être les huiles les plus pures que fournisse cette espèce de distillation; et le jayet, la poix de montagne, et l'asphalte, sont les huiles plus grossières. L'histoire sainte nous apprend que la mer Morte, ou le lac Asphaltique de Judée, étoit autrefois le territoire de deux villes criminelles qui furent englouties: on peut donc croire qu'il y a eu des feux souterrains qui, agissant avec violence dans ce lieu, ont été les instrumens de cet effet; et ces feux ne sont pas encore entièrement éteints; ils opèrent donc la distillation de toutes les matières végétales et bitumineuses qui les avoisinent, et produisent cet asphalte liquide que l'on voit s'élever continuellement à la surface du lac maudit, dont néanmoins les Arabes et les Égyptiens ont su tirer beaucoup d'utilité tant pour goudronner leurs bateaux que pour embaumer leurs parens et leurs oiseaux sacrés; ils recueillent sur la surface de l'eau cette huile liquide, qui, par sa légèreté, la surmonte comme nos huiles végétales.

L'asphalte se trouve non seulement en Judée et en plusieurs autres provinces du Levant, mais encore en Europe, et même en France. J'ai eu occasion d'examiner et même d'employer l'asphalte de Neuchâtel; il est de la même nature que celui de Judée: en le mêlant avec une petite quantité de poix, on en compose un mastic avec lequel j'ai fait enduire, il y a trente-six ans,

un assez grand bassin au Jardin du Roi, qui depuis a toujours tenu l'eau. On a aussi trouvé de l'asphalte en Alsace, en Languedoc, sur le territoire d'Alais, et dans quelques autres endroits. La description que nous a donnée M. l'abbé de Sauvages, de cet asphalte d'Alais, ajoute encore une preuve à ce que j'ai dit de sa formation par une distillation *per ascensum*. « On voit, dit-il, régner auprès de Servas, à quelque distance d'Alais, sur une colline d'une grande étendue, un banc de rocher de marbre qui pose sur la terre et qui en est couvert : il est naturellement blanc; mais cette couleur est si fort altérée par l'asphalte qui le pénètre, qu'il est sur sa surface d'un brun clair, et ensuite très-foncé à mesure que le bitume approche du bas du rocher : le terrain du dessous n'est point pénétré de bitume, à la réserve des endroits où la tranche du banc est exposée au soleil; il en découle en été du bitume qui a la couleur et la consistance de la poix noire végétale; il en surnage sur une fontaine voisine, dont les eaux ont en conséquence un goût désagréable...

« Dans le fond de quelques ravines et au dessous du rocher d'asphalte, je vis un terrain mêlé alternativement de lits de sable et de lits de charbon de pierre, tous parallèles à l'horizon. » On voit par cet exposé que l'asphalte ne se trouve pas au dessous, mais au dessus des couches ou veines bitumineuses de bois et de charbon fossiles, et que par conséquent il n'a pu s'élever au dessus que par une distillation produite par la chaleur d'un feu souterrain.

Tous les bitumes liquides, c'est-à-dire l'asphalte, la poix de montagne, le pétrole et le naphte, coulent souvent avec l'eau des sources qui se trouvent voisines des couches de bois et de charbon fossiles. A Begrède, près d'Anson en Languedoc, il y a une fontaine qui jette du bitume que l'on recueille à fleur d'eau. On en recueille de même à Gabian, diocèse de Béziers, et cette fontaine de Gabian est fameuse par la quantité de pétrole qu'elle produit : néanmoins il paroît, par un Mémoire de M. Rivière, publié en 1717, et par un autre Mémoire sans nom d'auteur, imprimé à Béziers en 1752, que cette source bitumineuse a été autrefois beaucoup plus abondante qu'elle ne l'est aujourd'hui; car il est dit qu'elle a donné avant 1717, pendant plus de quatre-vingts ans, trente-six quintaux de pétrole par an, tandis qu'en 1752 elle n'en donnoit plus que trois ou quatre quintaux. Ce pétrole est d'un rouge brun foncé; son odeur est forte et désagréable; il s'enflamme très-aisément, et même la vapeur qui s'en élève, lorsqu'on le chauffe, prend feu si l'on approche une chandelle ou toute autre lumière à trois pieds de hauteur au dessus : l'eau n'éteint pas ce pétrole allumé; et lors même que l'on plonge dans l'eau des mèches bien imbibées de cette huile inflammable, elles continuent de brûler quoique au dessous de l'eau. Elle ne s'épaissit ni ne se fige par la gelée, comme le font la plupart des huiles végétales; et c'est par cette épreuve qu'on reconnoît si le pétrole est pur, ou s'il est mélangé avec quelqu'une de ces huiles. A Gabian, le pétrole ne sort de la source qu'avec beaucoup d'eau qu'il surnage toujours, car il est beaucoup plus léger, et l'est même plus que l'huile d'olive. « Une seule goutte de ce bitume, dit M. Rivière, versée sur une eau dormante, a occupé dans peu de temps un espace d'une toise de diamètre tout émaillé des plus vives couleurs, et, en s'étendant davantage, il blanchit et enfin disparoît. Au reste, ajoute-t-il, cette huile de pétrole naturelle est la même que celle qui vient du succin dans la cornue vers le milieu de la distillation. «

Cependant ce pétrole de Gabian n'est pas, comme le prétend l'auteur du Mémoire imprimé à Béziers en 1752, le vrai naphte de Babylone. A la vérité, beaucoup de gens prennent le naphte et le pétrole pour une seule et même chose; mais le naphte des Grecs, qui ne porte ce nom que parce que c'est la matière inflammable par excellence, est plus pur que l'huile de Gabian ou que toute autre huile terrestre que les Latins ont appelée *petreolum*, comme huile sortant des rochers avec l'eau qu'elle surnage. Le vrai naphte est beaucoup plus limpide et plus coulant; il a moins de couleur, et prend feu plus subitement à une distance assez grande de la flamme; si l'on en frotte du bois ou d'autres corps combustibles, ils continueront à brûler quoique plongés dans l'eau. Au reste, le terrain dans lequel se trouve le pétrole de Gabian est environné, et peut-être rempli, de matières bitumineuses et de charbon de terre.

A une demi-lieue de distance de Clermont en Auvergne, il y a une source bitumineuse assez abondante, et qui tarit par intervalles. « L'eau de cette source, dit M. Le Monnier, a une amertume insupportable; la surface de l'eau est couverte d'une couche mince de bitume qu'on prendroit pour de l'huile, et qui, venant à s'épaissir par la chaleur de l'air, ressemble en quelque

façon à de la poix... En examinant la nature des terres qui environnent cette fontaine, et en parcourant une petite butte qui n'en est pas fort éloignée, j'ai aperçu du bitume noir qui découloit d'entre les fentes des rochers : il se sèche à mesure qu'il reste à l'air; et j'en ai ramassé environ une demi-livre; il est sec, dur et cassant, et s'enflamme aisément; il exhale une fumée noire fort épaisse, et l'odeur qu'il répand ressemble à celle de l'asphalte. Je suis persuadé que par la distillation on en retireroit du pétrole. » Ce bitume liquide de Clermont est, comme l'on voit, moins pur que celui de Gabian; et depuis le naphte, que je regarde comme le bitume le mieux distillé par la nature, au pétrole, à l'asphalte, à la poix de montagne, au succin, au jayet, et au charbon de terre, on trouve toutes les nuances et tous les degrés d'une plus ou moins grande pureté dans ces matières, qui sont toutes de même nature.

« En Auvergne, dit M. Guettard, les monticules qui contiennent le plus de bitume sont ceux du Puy de Pège (Poix) et du Puy de Cronelles : celui de Pège se divise en deux têtes, dont la plus haute peut avoir douze ou quinze pieds; le bitume y coule en deux ou trois endroits... A côté de ce monticule se trouve une petite élévation d'environ trois pieds de hauteur sur quinze de diamètre; selon M. Ozy, cette élévation n'est que de bitume qui se dessèche à mesure qu'il sort de la terre : la source est au milieu de cette élévation. Si l'on creuse en différens endroits autour et dessus cette masse de bitume, on ne trouve aucune apparence de rocher. Le Puy de Cronelles, peu éloigné du précédent, peut avoir trente ou quarante pieds de hauteur : le bitume y est solide; on en voit des morceaux durs entre les crevasses des pierres. Il en est de même de la partie la plus élevée du Puy de Pége. »

En Italie, dans les duchés de Modène, Parme et Plaisance, le pétrole est commun; le village de Miano, situé à douze milles de Parme, est un des lieux d'où on le tire dans certains puits construits de manière que cette huile vienne se rassembler dans le fond.

Les sources de naphte et de pétrole sont encore plus communes dans le Levant qu'en Italie; quelques voyageurs assurent qu'on brûle plus d'huile de naphte que de chandelle à Bagdad. « Sur la route de Schiras à Bender Congo, à quelques milles de Benaron, vers l'orient, on voit, dit Gemelli Carreri, la montagne de Darap toute de pierre noire, d'où distille le fameux baume-momie, qui, s'épaississant à l'air, prend aussi une couleur noirâtre. Quoiqu'il y ait beaucoup d'autres baumes en Perse, celui-ci a la plus grande réputation; la montagne est gardée par ordre du roi; tous les ans les visirs de Geaxoux, de Schiras, et de Lar, vont ensemble ramasser la momie qui coule et tombe dans une conque où elle se coagule; ils l'envoient au roi sous leur cachet pour éviter toute tromperie, parce que ce baume est éprouvé et très-estimé en Arabie et en Europe, et qu'on n'en tire pas plus de quarante onces par chaque année. » Je ne cite ce passage tout au long que pour rapporter à un bitume ce prétendu baume des momies. Nous avons au Cabinet du Roi les deux boîtes d'or remplies de ce baume-momie ou *mumia*, que l'ambassadeur de Perse apporta et présenta à Louis XIV; ce baume n'est que du bitume, et le présent n'avoit de mérite que dans l'esprit de ceux qui l'ont offert [1]. Chardin parle de ce baume-momie [2], et il le reconnoît pour un bitume. Il dit qu'outre les momies ou corps desséchés qu'on trouve en Perse, dans la province de Corassan, il y a une autre sorte de momie ou bitume précieux qui distille des rochers, et qu'il y a deux mines ou deux sources de ce bitume : l'une dans la Caramie-Déserte, au pays de Lar, et que c'est le meilleur pour les fractures, blessures, etc.; l'autre dans le pays de Corassan. Il ajoute que ces mines sont gardées et fermées; qu'on ne les ouvre qu'une fois l'an en présence d'officiers de la province, et que la plus grande partie de ce bitume précieux est envoyée au trésor du roi. Il me paroît plus que vraisemblable que ces propriétés spécifiques attribuées par les Persans à leur baume-momie sont communes à tous les bitumes de même consistance, et particulièrement à celui que nous appelons

1. Sa majesté Louis XIV fit demander à l'ambassadeur du roi de Perse, 1° le nom de cette drogue; 2° à quoi elle est propre; 3° si elle guérit les maladies tant internes qu'externes; 4° si c'est une drogue simple ou composée. L'ambassadeur répondit, 1° que cette drogue se nomme en persan *momia*; 2° qu'elle est spécifique pour les fractures des os, et généralement pour toutes les blessures; 3° qu'elle est employée pour les maladies internes et externes; qu'elle guérit les ulcères internes et externes, et fait sortir le fer qui pourroit être resté dans les blessures; 4° que cette drogue est simple et naturelle; qu'elle distille d'un rocher dans la province de Dezar, qui est l'une des plus méridionales de la Perse; qu'enfin on peut s'en servir en l'appliquant sur les blessures, ou en la faisant fondre dans le beurre ou dans l'huile. Cette notice étoit jointe aux deux boîtes qui renferment cette drogue.

2. Le nom de *momie* ou *mumia* en persan vient de *moum*, qui signifie *cire*, *gomme*, *onguent*.

poix de montagne ; et, comme on vient de le voir, ce n'est pas seulement en Perse que l'on trouve des bitumes de cette sorte, mais dans plusieurs endroits de l'Europe, et même en France, et peut-être dans tous les pays du monde, de la même manière que l'asphalte ou bitume de Judée s'est trouvé non seulement sur la mer Morte, mais sur d'autres lacs et dans d'autres terres très-éloignées de la Judée. On voit en quelques endroits de la mer de Marmara, et particulièrement près d'Héraclée, une matière bitumineuse qui flotte sur l'eau en forme de filets que les nautonniers grecs ramassent avec soin, et que bien des gens prennent pour une sorte de pétrole : cependant elle n'en a ni l'odeur, ni le goût, ni la consistance; ses filets sont fermes et solides, et approchent plus en odeur et en consistance du bitume de Judée.

Dans la Thébaïde, du côté de l'est, on trouve une montagne appelée *Gebel-el-Moel*, ou montagne de l'huile, à cause qu'elle fournit beaucoup d'huile de pétrole. Oléarius et Tavernier font mention du pétrole qui se trouve aux environs de la mer Caspienne. Ce dernier voyageur dit « qu'au couchant de cette mer, un peu au dessus de Chamack, il y a une roche qui s'avance sur le rivage, de laquelle distille une huile claire comme de l'eau, jusque là que des gens s'y sont trompés et ont cru en pouvoir boire ; elle s'épaissit peu à peu, et au bout de neuf ou dix jours elle devient grasse comme de l'huile d'olive, gardant toujours sa blancheur.... Il y a trois ou quatre grandes roches fort hautes, assez près de là, qui distillent aussi la même liqueur; mais elle est plus épaisse, et tire sur le noir. On transporte cette dernière huile dans plusieurs provinces de la Perse, où le menu peuple ne brûle autre chose. » Léon l'Africain parle de la poix qui se trouve dans quelques rochers du mont Atlas et des sources qui sont infectées de ce bitume; il donne même la manière dont les Maures recueillent cette poix de montagne, qu'ils rendent liquide par le moyen du feu. On trouve à Madagascar cette même matière que Flaccour appelle *de la poix de terre* ou *bitume judaïque*. Enfin, jusqu'au Japon, les bitumes sont non seulement connus, mais très-communs; et Kæmpfer assure qu'en quelques endroits de ces îles l'on ne se sert que d'huile bitumineuse, au lieu de chandelle.

En Amérique, ces mêmes substances bitumineuses ne sont pas rares. Dampier a vu de la poix de montagne en blocs, de quatre livres pesant, sur la côte de Carthagène : la mer jette ce bitume sur les grèves sablonneuses de cette côte, où il demeure à sec ; il dit que cette poix fond au soleil, et est plus noire, plus aigre au toucher, et plus forte d'odeur que la poix végétale. Garcilasso, qui a écrit l'histoire du Pérou, et qui y étoit né, rapporte qu'anciennement les Péruviens se servoient de bitume pour embaumer leurs morts. Ainsi le bitume, et même ses usages, ont été connus de tous les temps, et presque de tous les peuples policés.

Je n'ai rassemblé tous ces exemples que pour faire voir que, quoique les bitumes se trouvent sous différentes formes dans plusieurs contrées, néanmoins les bitumes purs sont infiniment plus rares que les matières dont ils tirent leur origine; ce n'est que par une seconde opération de la nature qu'ils peuvent s'en séparer et prendre de la liquidité : les charbons de terre, les schistes bitumineux, doivent être regardés comme les grandes masses de matières que les feux souterrains mettent en distillation pour former les bitumes liquides qui nagent sur les eaux ou coulent des rochers. Comme le bitume, par sa nature onctueuse, s'attache à toute matière, et souvent la pénètre, il faut la circonstance particulière du voisinage d'un feu souterrain, pour qu'il se manifeste dans toute sa pureté ; car il me semble que la nature n'a pas d'autre moyen pour cet effet. Aucun bitume ne se dissout ni ne se délaie dans l'eau : ainsi ces eaux qui sourdent avec du bitume n'ont pu enlever par leur action propre ces particules bitumineuses ; et dès lors n'est-il pas nécessaire d'attribuer à l'action du feu l'origine de ce bitume coulant, et même à l'action du vrai feu, et non pas de la température ordinaire de l'intérieur de la terre? car il faut une assez grande chaleur pour que les bitumes se fondent, et il en faut encore une plus grande pour qu'ils se résolvent en naphte et en pétrole; et tant qu'ils n'éprouvent que la température ordinaire, ils restent durs, soit à l'air, soit dans la terre. Ainsi tous les bitumes coulans doivent leur liquidité à des feux souterrains, et ils ne se trouvent que dans les lieux où les couches de terre bitumineuses et les veines de charbon sont voisines de ces feux qui non seulement en liquéfient le bitume, mais le distillent et en font élever les parties les plus ténues pour former le naphte et les pétroles, lesquels, se mêlant ensuite avec des matières moins pures, produisent l'asphalte et la poix de montagne, ou se coagulent en jayet et en succin.

Nous avons déjà dit que le succin a certainement été liquide, puisqu'on voit dans son intérieur des insectes, dont quelques uns y sont profondément enfoncés : il faut cependant avouer que jusqu'à présent aucun observateur n'a trouvé le succin dans cet état de liquidité ; et c'est probablement parce qu'il ne faut qu'un très-petit temps pour le consolider. Ces insectes s'y empêtrent peut-être lorsqu'il distille des rochers, et lorsqu'il surnage sur l'eau de la mer où la chaleur de quelque feu souterrain le sublime en liqueur, comme l'huile de pétrole, l'asphalte, et les autres bitumes coulans.

Quoiqu'on trouve en Prusse et en quelques autres endroits des mines de succin dans le sein de la terre, cette matière est néanmoins plus abondante dans certaines plages de la mer : en Prusse et en Poméranie, la mer Baltique jette sur les côtes une grande quantité de succin presque toujours en petits morceaux de toutes les nuances de blanc, de jaune, de brun, et de différens degrés de pureté ; et à la vue encore plus qu'à l'odeur, on seroit tenté de croire que le succin n'est qu'une résine comme la copale, à laquelle il ressemble. Mais le succin est également impénétrable à l'eau, aux huiles, et à l'esprit-de-vin, tandis que les résines, qui résistent à l'action de l'eau, se dissolvent en entier par les huiles, et surtout par l'esprit-de-vin. Cette différence suppose donc dans le succin une autre matière que celle des résines, ou du moins une combinaison différente de la même matière : or on sait que toutes les huiles végétales concrètes sont ou des gommes qui ne se dissolvent que dans l'eau, ou des résines qui ne se dissolvent que dans l'esprit-de-vin, ou enfin des gommes-résines qui ne se dissolvent qu'imparfaitement par l'une et par l'autre ; dès lors ne pourroit-on pas présumer, par la grande ressemblance qui se trouve d'ailleurs entre le succin et les résines, que ce n'est en effet qu'une gomme-résine dans laquelle le mélange des parties gommeuses et résineuses est si intime et en telle proportion que ni l'eau ni l'esprit-de-vin ne peuvent l'attaquer? L'exemple des autres gommes-résines, que ces deux menstrues n'attaquent qu'imparfaitement, semble nous l'indiquer.

En général on ne peut pas douter que le succin et tous les autres bitumes liquides ou concrets, ne doivent leur origine aux huiles animales et végétales imprégnées d'acide : mais comme indépendamment des huiles, les animaux et végétaux contiennent des substances gélatineuses et mucilagineuses en grande quantité, il doit se trouver des bitumes uniquement composés d'huile, et d'autres mêlés d'huile et de matière gélatineuse ou mucilagineuse; des bitumes produits par les seules résines, d'autres par les gommes-résines mêlées de plus ou moins d'acide; et c'est à ces diverses combinaisons des différens résidus des substances animales ou végétales que sont dues les variétés qui se trouvent dans les qualités des bitumes.

Par exemple, l'ambre gris paroît être un bitume qui a conservé les parties les plus odorantes des résines dont le parfum est aromatique; il est dans un état de mollesse et de viscosité dans le fond de la mer, auquel il est attaché, et il a une odeur très-désagréable et très-forte dans cet état de mollesse avant son desséchement. L'avidité avec laquelle les oiseaux, les poissons, et la plupart des animaux terrestres, le recherchent et l'avalent semble indiquer que ce bitume contient aussi une grande quantité de matière gélatineuse et nutritive. Il ne se trouve pas dans le sein de la terre, c'est dans celui de la mer, et surtout dans les mers méridionales, qu'il est en plus grande quantité : il ne se détache du fond que dans le temps des plus grandes tempêtes; et c'est alors qu'il est jeté sur les rivages. Il durcit en séchant; mais une chaleur médiocre le ramollit plus aisément que les autres bitumes : il se coagule par le froid, et n'acquiert jamais autant de fermeté que le succin; cependant, par l'analyse chimique, il donne les mêmes résultats et laisse les mêmes résidus. Enfin il ne resteroit aucun doute sur la conformité de nature entre cet ambre jaune ou succin et l'ambre gris, si ce dernier se trouvoit également dans le sein de la terre et dans la mer : mais jusqu'à ce jour il n'y a qu'un seul homme qui ait dit qu'on ait trouvé de l'ambre gris dans la terre en Russie; néanmoins, comme l'on n'a pas d'autres exemples qui puissent confirmer ce fait, et que tout l'ambre gris que nous connoissons a été ou tiré de la mer ou rejeté par ses flots, on doit présumer que c'est dans la mer seulement que l'huile et la matière gélatineuse dont il est composé se trouvent dans l'état nécessaire à sa formation. En effet, le fond de la mer doit être revêtu d'une très-grande quantité de substance gélatineuse animale, par la dissolution de tous les corps des animaux qui y vivent et périssent [1]; et cette

[1]. M. de Montbéliard a observé, en travaillant à l'histoire des insectes, qu'il y a plusieurs classes d'animaux et insectes marins, tels que les polypes

matière gélatineuse doit y être tenue dans un état de mollesse et de fraîcheur, tandis que cette même matière gélatineuse des animaux terrestres, une fois enfouie dans les couches de la terre, s'est bientôt entièrement dénaturée par le desséchement ou le mélange qu'elle a subi. Ainsi ce n'est que dans le fond de la mer que doit se trouver cette matière dans son état de fraîcheur : elle y est mêlée avec un bitume liquide; et comme la liquidité des bitumes n'est produite que par la chaleur des feux souterrains, c'est aussi dans les mers dont le fond est chaud comme celle de la Chine et du Japon, qu'on trouve l'ambre gris en plus grande quantité; et il paroît encore que c'est à la matière gélatineuse, molle dans l'eau, et qui prend de la consistance par le desséchement, que l'ambre gris doit la mollesse qu'on lui remarque tant qu'il est dans la mer, et la propriété de se durcir promptement en se desséchant à l'air; tout comme on peut croire que c'est par l'intermède de la partie gommeuse de sa gomme-résine, que le succin peut avoir dans les eaux de la mer une demi-fluidité.

L'ambre gris, quoique plus précieux que l'ambre jaune, est néanmoins plus abondant; la quantité que la nature en produit est très-considérable, et on le trouve presque toujours en morceaux bien plus gros que ceux du succin, et il seroit beaucoup moins rare s'il ne servoit point de pâture aux animaux. Les endroits où la mer le rejette en plus grande quantité dans l'ancien continent sont les côtes des Indes méridionales, et particulièrement des îles Philippines et du Japon, et sur les côtes du Pégu et de Bengale; celles de l'Afrique, entre Mozambique et la mer Rouge, et entre le cap Vert et le royaume de Maroc.

En Amérique, il s'en trouve dans la baie de Honduras, dans le golfe de la Floride, sur les côtes de l'île du Maragnon au Brésil; et tous les voyageurs s'accordent à dire que si les chats sauvages, les sangliers, les renards, les oiseaux, et même les poissons et les crabes, n'étoient pas fort friands de cette drogue précieuse, elle seroit bien plus commune. Comme elle est d'une odeur très-forte au moment que la mer vient de la rejeter, les Indiens, les Nègres, et les Américains, la cherchent par l'odorat plus que par les yeux; et les oiseaux, avertis de loin par cette odeur, arrivent en nombre pour s'en repaître et souvent indiquent aux hommes les lieux où ils doivent la chercher. Cette odeur désagréable et forte s'adoucit peu à peu, à mesure que l'ambre gris se sèche et se durcit à l'air. Il y en a de différens degrés de consistance et de couleur différente, du gris, du brun, du noir, et du blanc: mais le meilleur et le plus dur paroît être le gris cendré. Comme les poissons, les oiseaux, et tous les animaux qui fréquentent les eaux ou les bords de la mer, avalent ce bitume avec avidité, ils le rendent mêlé de la matière de leurs excrémens; et cette matière étant d'un blanc de craie dans les oiseaux, cet ambre blanc, qui est le plus mauvais de tous, pourroit bien être celui qu'ils rendent avec leurs excrémens; et de même l'ambre noir seroit celui que rendent les cétacés et les grands poissons, dont les déjections sont communément noires.

Et comme l'on a trouvé de l'ambre gris dans l'estomac et les intestins de quelques cétacés, ce seul indice a suffi pour faire naître l'opinion que c'étoit une matière animale qui se produisoit particulièrement dans le corps des baleines, et que peut-être c'étoit le sperme, etc.; d'autres ont imaginé que l'ambre gris étoit de la cire et du miel tombés des côtes dans les eaux de la mer et ensuite avalés par les grands poissons, dans l'estomac desquels ils se convertissoient en ambre, ou devenoient tels par le seul mélange de l'eau marine; d'autres ont avancé que c'étoit une plante comme les champignons ou les truffes, ou bien une racine qui croissoit dans le terrain du fond de la mer; mais toutes ces opinions ne sont fondées que sur de petits rapports ou de fausses analogies. L'ambre gris, qui n'a pas été connu des Grecs ni des anciens Arabes, a été, dans ce siècle, reconnu pour un véritable bitume par toutes ses propriétés; seulement il est probable, comme je l'ai insinué, que ce bitume, qui diffère de tous les autres par la consistance et l'odeur, est mêlé de quelques parties gélatineuses ou mucilagineuses des animaux et des végétaux, qui lui donnent cette qualité particulière: mais l'on ne peut douter que le fond et même la majeure partie de sa substance ne soit un vrai bitume.

Il paroît que l'ambre gris mou et visqueux tient ferme sur le fond de la mer, puisqu'il ne s'en détache que par force dans le temps de la plus grande agitation des eaux; la quantité jetée sur les rivages, et qui reste après la déprédation qu'en font

et autres, dont la chair est parfumée, et il est tout naturel que cette matière soit entrée dans la composition de l'ambre gris.

les animaux, démontre que c'est une production abondante de la nature, et non pas le sperme de la baleine, ou le miel des abeilles, ou la gomme de quelque arbre particulier. Ce bitume, rejeté, ballotté par la mer, remplit quelquefois les fentes des rochers contre lesquels les flots viennent se briser. Robert Lade décrit l'espèce de pêche qu'il en a vu faire sur les côtes des îles Lucaies; il dit que l'ambre gris se trouve toujours en beaucoup plus grande quantité dans la saison où les vents règnent avec le plus de violence, et que les plus grandes richesses en ce genre se trouvoient entre la petite île d'Éleuthère et celle de Harbour, et que l'on ne doutoit pas que les Bermudes n'en continssent encore plus. « Nous commençâmes, dit-il, notre recherche par l'île d'Éleuthère, dans un jour fort calme, le 14 de mars, et nous rapportâmes ce même jour douze livres d'ambre gris. Cette pêche ne nous coûta que la peine de plonger nos crochets de fer dans les lieux que notre guide nous indiquoit, et nous eussions encore mieux fait si nous eussions eu des filets.... L'ambre mou se plioit de lui-même, et embrassoit le crochet de fer avec lequel il se laissoit tirer jusque dans la barque: mais, faute de filets, nous eûmes le regret de perdre deux des plus belles masses d'ambre que j'aie vues de ma vie; leur forme étant ovale, elles ne furent pas plutôt détachées, que, glissant sur le crochet, elles se perdirent dans la mer.... Nous admirâmes avec quelle promptitude ce qui n'étoit qu'une gomme mollasse dans le sein de la mer prenoit assez de consistance en un quart d'heure pour résister à la pression de nos doigts: le lendemain, notre ambre gris étoit aussi ferme et aussi beau que celui qu'on vante le plus dans les magasins de l'Europe.... Quinze jours que nous employâmes à la pêche de l'ambre gris ne nous en rapportèrent qu'environ cent livres. Notre guide nous reprocha d'être venus trop tôt; il nous pressoit de faire le voyage des Bermudes, assurant qu'il y en avoit en plus grande quantité.... qu'on en avoit tiré une masse de quatre-vingts livres pesant; ce qui cessa de m'étonner lorsque j'appris, dit ce voyageur, qu'on en avoit trouvé sur les côtes de la Jamaïque une masse de cent quatre-vingts livres.»

Les Chinois, les Japonois, et plusieurs autres peuples de l'Asie, ne font pas de l'ambre gris autant de cas que les Européens; ils estiment beaucoup plus l'ambre jaune ou succin, qu'ils brûlent en quantité par magnificence, tant à cause de la bonne odeur que sa fumée répand, que parce qu'ils croient cette vapeur très-salubre et même spécifique pour les maux de tête et les affections nerveuses.

L'appétit véhément de presque tous les animaux pour l'ambre gris n'est pas le seul indice par lequel je juge qu'il contient des parties nutritives, mucilagineuses, provenant des végétaux, ou même des parties gélatineuses des animaux, et sa propriété, analogue avec le musc et la civette, semble confirmer mon opinion. Le musc et la civette sont, comme nous l'avons dit, de pures substances animales; l'ambre gris ne développe sa bonne odeur et ne rend un excellent parfum que quand il est mêlé de musc et de civette en dose convenable: il y a donc un rapport très-voisin entre les parties odorantes des animaux et celles de l'ambre gris, et peut-être toutes deux sont-elles de même nature

DE LA PYRITE MARTIALE.

Je ne parlerai point ici des pyrites cuivreuses ni des pyrites arsenicales; les premières ne sont qu'un minerai de cuivre; et les secondes, quoique mêlées de fer, diffèrent de la pyrite martiale en ce qu'elles résistent aux impressions de l'air et de l'humidité, et qu'elles sont même susceptibles de recevoir le plus vif poli. Le nom de *marcassites*, sous lequel ces pyrites arsenicales sont connues, les distingue assez pour qu'on ne puisse les confondre avec la pyrite qu'on appelle *martiale*, parce qu'elle contient une plus grande quantité de fer que tout autre métal ou demi-métal. Cette pyrite, quoique très-dure, ne peut se polir et ne résiste pas à l'impression, même légère, des élémens humides; elle s'effleurit à l'air, et bientôt se décompose en entier. La décomposition s'en fait par une effervescence accompagnée de tant de chaleur, que ces pyrites amoncelées, soit par la main de l'homme, soit par celle de la nature, prennent feu d'elles-

mêmes dès qu'elles sont humectées ; ce qui démontre qu'il y a dans la pyrite une grande quantité de feu fixe; et comme cette matière du feu ne se manifeste sous une forme solide que quand elle est saisie par l'acide, il faut en conclure que la pyrite renferme également la substance du feu fixe et celle de l'acide; mais comme la pyrite elle-même n'a pas été produite par l'action du feu, elle ne contient point de soufre formé, et ce n'est que par la combustion qu'elle peut en fournir [1]. Ainsi l'on se borne à dire que les pyrites contiennent les principes dont le soufre se forme par le moyen du feu, et non pas à affirmer qu'elles contiennent du soufre tout formé. Ces deux substances, l'une de feu, l'autre d'acide, sont, dans la pyrite, intimement réunies et liées à une terre souvent calcaire qui leur sert de base, et qui toujours contient une plus ou moins grande quantité de fer; ce sont là les seules substances dont la pyrite martiale est composée ; elles concourent par leur mélange et leur union intime à lui donner un assez grand degré de dureté pour étinceler comme l'acier; et comme la matière du feu fixe provient des corps organisés, les molécules organiques que cette matière a conservées tracent dans ce minéral les premiers linéamens de l'organisation en lui donnant une forme régulière, laquelle, sans être déterminée, a telle ou telle figure, et néanmoins toujours achevée régulièrement, en sphères, en ellipses, en prismes, en pyramides, en aiguilles, etc.; car il y a des pyrites de toutes ces formes différentes, selon que les molécules organiques contenues dans la matière du feu ont, par leur mouvement, tracé la figure et le plan sur lequel les particules ont été forcées de s'arranger.

La pyrite est donc un minéral de figure régulière et de seconde formation, et qui n'a pas pu exister avant la naissance des animaux et des végétaux; c'est un produit de leurs détrimens plus immédiat que le soufre, qui, quoiqu'il tire sa première origine de ces mêmes détrimens des corps organisés, a néanmoins passé par l'état de pyrite, et n'est devenu soufre que par l'effervescence ou la combustion: or, l'acide, en se mêlant avec les huiles grossières des végétaux, les convertit en bitume; et saisissant de même les parties subtiles du feu fixe que ces huiles renfermoient, il en compose les pyrites en s'unissant à la matière ferrugineuse, qui lui est plus analogue qu'aucune autre par l'affinité qu'a le fer avec ces deux principes du soufre; aussi les pyrites se trouvent-elles sur toute la surface de la terre jusqu'à la profondeur où sont parvenus les détrimens des corps organisés, et la matière pyriteuse n'est nulle part plus abondante que dans les endroits qui en contiennent les détrimens, comme dans les mines de charbon de terre, dans les couches de bois fossiles, et l'argile, parce qu'elle renferme les débris des coquillages et tous les premiers détrimens de la nature vivante au fond des mers. On trouve de même des pyrites sous la terre végétale, dans les matières calcaires, et dans toutes celles où l'eau pluviale peut déposer la terre limoneuse et les autres détrimens des corps organisés.

La force d'affinité qui s'exerce entre les parties constituantes des pyrites est si grande, que chaque pyrite a sa sphère particulière d'attraction; elles se forment ordinairement en petits morceaux séparés, et on ne les trouve que rarement en grands bancs ni en veines continues [2], mais seulement en petits lits, sans être réunies ensemble, quoique à peu près contiguës et à peu de distance les unes des autres : et lorsque cette matière pyriteuse se trouve trop mélangée, trop impure, pour pouvoir se réunir en masse régulière, elle reste disséminée dans les matières brutes, telles que le schiste ou la pierre calcaire, dans lesquelles elle semble exercer encore sa grande force d'attraction; car elle leur donne un degré de dureté qu'aucun autre mélange ne pourroit leur communiquer : les grès mêmes qui se trouvent pénétrés de la matière pyriteuse sont communément plus durs que les autres; le charbon pyriteux est aussi le plus dur de tous les charbons de terre. Mais cette dureté communiquée par la pyrite ne subsiste qu'autant que ces matières durcies par son mélange sont à l'abri de l'action des élémens humides : car ces pierres calcaires, ces grès, et ces schistes si durs, parce qu'ils sont pyriteux, perdent à l'air en assez peu de temps

1. On pourra dire que la combustion n'est pas toujours nécessaire pour produire du soufre, puisque les acides séparent le même soufre, tant des pyrites que des compositions artificielles dans lesquelles on a fait entrer le soufre tout formé ; mais cette action des acides n'est-elle pas une sorte de combustion, puisqu'ils n'agissent que par le feu qu'ils contiennent ?

2. Il y a dans le comté d'Alais en Languedoc une masse de pyrites de quelques lieues d'étendue, sur laquelle on a établi deux manufactures de vitriol : il y a aussi près de Saint-Dizier en Champagne un banc de pyrites martiales dont on ne connoît pas l'étendue ; et ces pyrites en masses continues sont posées sur un banc de grès.

non seulement leur dureté, mais même leur consistance.

Le feu fixe, d'abord contenu dans les corps organisés, a été, pendant leur décomposition, saisi par l'acide, et tous deux, réunis à la matière ferrugineuse, ont formé des pyrites martiales en très-grande quantité, dès le temps de la naissance et de la première mort des animaux et des végétaux : c'est à cette époque, presque aussi ancienne que celle de la naissance des coquillages, qu'il faut rapporter le temps de la formation des couches de la terre végétale et du charbon de terre, et aussi les amas de pyrites qui ont fait, en s'échauffant d'elles-mêmes, le premier foyer des volcans. Toutes ces matières combustibles sont encore aujourd'hui l'aliment de leurs feux, et la matière première du soufre qu'ils exhalent; et comme avant l'usage que l'homme a fait du feu rien ne détruisoit les végétaux que leur vétusté, la quantité de matière végétale accumulée pendant ces premiers âges est immense : aussi s'est-il formé des pyrites dans tous les lieux de la terre, sans compter les charbons, qui doivent être regardés comme les restes précieux de cette ancienne matière végétale, qui s'est conservée dans son baume et son huile, devenue bitume par le mélange de l'acide.

Le bitume et la matière pyriteuse proviennent donc également des corps organisés; le premier en est l'huile, et la seconde la substance du feu fixe, l'un et l'autre saisis par l'acide : la différence essentielle entre le bitume et la pyrite martiale consiste en ce que la pyrite ne contient point d'huile, mais du feu fixe, de l'acide, et du fer; or nous verrons que le fer a la plus grande affinité avec le feu fixe et l'acide, et nous avons déjà démontré que ce métal, contenu en assez grande quantité dans tous les corps organisés, se réunit en grains et se régénère dans la terre végétale, dont il fait partie constituante. Ce sont donc ces mêmes parties ferrugineuses disséminées dans la terre végétale, que la pyrite s'approprie dans sa formation, en les dénaturant au point que, quoique contenant une grande quantité de fer, la pyrite ne peut pas être mise au nombre des mines de fer, dont les plus pauvres donnent plus de métal que les pyrites les plus riches ne peuvent en rendre, surtout dans les travaux en grand, parce qu'elles brûlent plus qu'elles ne fondent, et que, pour en tirer le fer, il faudroit les griller plusieurs fois; ce qui seroit aussi long que dispendieux, et ne donneroit pas encore une aussi bonne fonte que les vraies mines de fer.

La matière pyriteuse contenue dans la couche universelle de la terre végétale est quelquefois divisée en parties si ténues, qu'elle pénètre avec l'eau non seulement dans les joints des pierres calcaires, mais même à travers leur masse, et que, se rassemblant ensuite dans quelque cavité, elle y forme des pyrites massives. M. de Lassone en cite un exemple dans les carrières de Compiègne, et je puis confirmer ce fait par plusieurs autres semblables. J'ai vu, dans les derniers bancs de plusieurs carrières de pierre et de marbre, des pyrites en petites masses et en grand nombre, la plupart plates et arrondies, d'autres anguleuses, d'autres à peu près sphériques, etc.; j'ai vu qu'au dessous de ce dernier banc de pierre calcaire qui étoit situé sous les autres, à plus de cinquante pieds de profondeur, et qui portoit immédiatement sur la glaise, il s'étoit formé un petit lit de pyrites aplaties entre la pierre et la glaise; j'en ai vu de même dans l'argile à d'assez grandes profondeurs, et j'ai suivi dans cette argile la trace de la terre végétale avec laquelle la matière pyriteuse étoit descendue par la filtration des eaux. L'origine des pyrites martiales, en quelque lieu qu'elles se trouvent, me paroît donc bien constatée; elles proviennent, dans la terre végétale, des détrimens des corps organisés lorsqu'ils se rencontrent avec l'acide, et elles se trouvent partout où ces détrimens ont été transportés anciennement par les eaux de la mer, ou infiltrés dans des temps plus modernes par les eaux pluviales.

Comme les pyrites ont un poids presque égal à celui d'un métal, qu'elles ont aussi le luisant métallique, qu'enfin elles se trouvent quelquefois dans les terrains voisins des mines de fer, on les a souvent prises pour de vraies mines. Cependant il est très-aisé de ne s'y pas méprendre, même à la première inspection; car elles sont toutes d'une figure décidée, quoique irrégulière et souvent différente : d'ailleurs on ne les trouve guère mêlées en quantité avec la mine de fer en grains; s'il s'en rencontre dans les mines de fer en grandes masses, elles s'y sont formées, comme dans les bancs de pierre, par la filtration des eaux : elles sont aussi plus dures que les mines de fer; et lorsqu'on les mêle au fourneau, elles les dénaturent ou les brûlent au lieu de les faire fondre. Elles ne sont pas disposées, comme les mines de fer, en amas et en couches,

mais toujours dispersées, ou du moins séparées les unes des autres, même dans les petits lits où elles sont les plus contiguës.

Lorsqu'elles se trouvent amoncelées dans le sein de la terre, et que l'humidité peut arriver à leur amas, elles produisent les feux souterrains dont les grands effets nous sont représentés par les volcans, et les moindres effets par la chaleur des eaux thermales et par les sources de bitume fluide que cette chaleur élève par distillation.

La pyrite, qui paroît n'être qu'une matière ingrate et même nuisible, est néanmoins un des principaux instrumens dont se sert la nature pour reproduire le plus noble de tous ses élémens; elle a renfermé dans cette matière vile le plus précieux de ses trésors, ce feu fixe, ce feu sacré qu'elle avoit départi aux êtres organisés, tant par l'émission de la lumière du soleil que par la chaleur douce dont jouit en propre le globe de la terre.

Je renvoie aux articles suivans ce que nous avons à dire tant au sujet des marcassites que sur les pyrites jaunes cuivreuses, les blanches arsenicales, les galènes du plomb, et en général sur les minerais métalliques, dont la plupart ne sont que des pyrites plus ou moins mêlées de métal.

DES MATIÈRES VOLCANIQUES.

Sous le nom de *matières volcaniques*, je n'entends pas comprendre toutes les matières rejetées par l'explosion des volcans, mais seulement celles qui ont été produites ou dénaturées par l'action de leurs feux. Un volcan, dans une grande éruption annoncée par les mouvemens convulsifs de la terre, soulève, détache, et lance au loin les rochers, les sables, les terres, toutes les masses, en un mot, qui s'opposent à l'exercice de ses forces : rien ne peut résister à l'élément terrible dont il est animé. L'océan de feu qui lui sert de base agite et fait trembler la terre avant de l'entr'ouvrir : les résistances qu'on croiroit invincibles sont forcées de livrer passage à ses flots enflammés; ils enlèvent avec eux les bancs entiers ou en débris des pierres les plus dures, les plus pesantes, comme les couches de terre les plus légères; et, projetant le tout sans ordre et sans distinction, chaque volcan forme au dessus et autour de sa montagne des collines de décombres de ces mêmes matières, qui faisoient auparavant la partie la plus solide et le massif de sa base.

On retrouve dans ces amas immenses de pierres projetées les mêmes sortes de pierres vitreuses ou calcaires, les mêmes sables et terres, dont les unes, n'ayant été que déplacées et lancées, sont demeurées intactes, et n'ont reçu aucune atteinte de l'action du feu; d'autres qui en ont été sensiblement altérées, et d'autres enfin qui ont subi une si forte impression du feu, et souffert un si grand changement, qu'elles ont pour ainsi dire été transformées, et semblent avoir pris une nature nouvelle et différente de celle de toutes les matières qui existoient auparavant.

Aussi avons-nous cru devoir distinguer dans la matière purement brute deux états différens, et en faire deux classes séparées [1]; la première composée des produits immédiats du feu primitif, et la seconde des produits secondaires de ces foyers particuliers de la nature dans lesquels elle travaille en petit comme elle opéroit en grand dans le foyer général de la vitrification du globe; et même ses travaux s'exercent sur un plus grand nombre de substances et sont plus variés dans les volcans qu'ils ne pouvoient l'être dans le feu primitif, parce que toutes les matières de seconde formation n'existoient pas encore, les argiles, la pierre calcaire, la terre végétale, n'ayant été produites que postérieurement par l'intermède de l'eau; au lieu que le feu des volcans agit sur toutes les substances anciennes ou nouvelles, pures ou mélangées, sur celles qui ont été produites par le feu primitif comme sur celles qui ont été formées par les eaux, sur les substances organisées et sur les masses brutes; en sorte que les matières volcaniques se présentent sous des formes bien plus diversifiées que celles des matières primitives.

Nous avons recueilli et rassemblé pour le Cabinet du Roi une grande quantité de ces productions de volcans; nous avons profité des recherches et des observations de plu-

1. Voyez le premier article de cette histoire des minéraux.

sieurs physiciens qui, dans ces derniers temps, ont soigneusement examiné les volcans actuellement agissans et les volcans éteints : mais, avec ces lumières acquises et réunies, je ne me flatte pas de donner ici la liste entière de toutes les matières produites par leurs feux, et encore moins de pouvoir présenter le tableau fidèle des opérations qui s'exécutent dans ces fournaises souterraines, tant pour la destruction des substances anciennes que pour la production ou la composition des matières nouvelles.

Je crois avoir bien compris, et j'ai tâché de faire entendre, comment se fait la vitrification des laves dans les monceaux immenses de terres brûlées, de cendres, et d'autres matières ardentes, projetées par l'explosion dans les éruptions du volcan; comment la lave jaillit en s'ouvrant des issues au bas de ces monceaux ; comment elle roule en torrens, ou se répand comme un déluge de feu, portant partout la dévastation et la mort; comment cette même lave, gonflée par son feu intérieur, éclate à sa surface, et jaillit de nouveau pour former des éminences élevées au dessus de son niveau; comment enfin, précipitant son cours du haut des côtes dans la mer, elle forme ces colonnes de basalte qui, par leur renflement et leur effet réciproque, prennent une figure prismatique, à plus ou moins de pans, suivant les différentes résistances, etc. Ces phénomènes généraux me paroissent clairement expliqués ; et quoique la plupart des effets plus particuliers en dépendent, combien n'y a-t-il pas encore de choses importantes à observer sur la différente qualité de ces mêmes laves et basaltes, sur la nature des matières dont ils sont composés, sur les propriétés de celles qui résultent de leur décomposition ! Ces recherches supposent des études pénibles et suivies ; à peine sont-elles commencées : c'est pour ainsi dire une carrière nouvelle, trop vaste pour qu'un seul homme puisse la parcourir tout entière, mais dans laquelle on jugera que nous avons fait quelques pas, si l'on réunit ce que j'en ai dit précédemment à ce que je vais y ajouter [1].

Il étoit déjà difficile de reconnoître dans les premières matières celles qui ont été produites par le feu primitif, et celles qui n'ont été formées que par l'intermède de l'eau ; à plus forte raison aurons-nous peine à distinguer celles qui, étant également des produits du feu, ne diffèrent les unes des autres qu'en ce que les premières n'ont été qu'une fois liquéfiées ou sublimées, et que les dernières ont subi une seconde et peut-être une troisième action du feu. En prenant donc en général toutes les matières rejetées par les volcans, il se trouvera dans leur quantité un certain nombre de substances qui n'ont pas changé de nature : le quartz, les jaspes, et les micas doivent se rencontrer, dans les laves, sous leur forme propre ou peu altérée ; le feld-spath, le schorl, les porphyres et granites, peuvent s'y trouver aussi, mais avec de plus grandes altérations, parce qu'ils sont plus fusibles ; les grès et les argiles s'y présenteront convertis en poudres et en verres ; on y verra les matières calcaires calcinées ; le fer et les autres métaux sublimés en safran, en litharge ; les acides et alcalis devenus des sels concrets; les pyrites converties en soufres vifs ; les substances organisées, végétales ou animales, réduites en cendres. Et toutes ces matières mélangées à différentes doses ont donné des substances nouvelles, et qui paroissent d'autant plus éloignées de leur première origine, qu'elles ont perdu plus de traits de leur ancienne forme.

Et si nous ajoutons à ces effets de la force du feu, qui par lui-même consume, disperse, et dénature, ceux de la puissance de l'eau, qui conserve, rapproche, et rétablit, nous trouverons encore dans les matières volcanisées des produits de ce second élément : les bancs de basalte ou de laves auront leurs stalactites comme les bancs calcaires ou les masses de granites ; on y trouvera de même des concrétions, des incrustations, des cristaux, des spaths, etc. Un volcan est à cet égard un petit univers ; il nous présentera plus de variétés dans le règne minéral que n'en offre le reste de la terre, dont les parties solides n'ayant souffert que l'action du premier feu, et ensuite le travail des eaux, ont conservé plus de simplicité. Les caractères imprimés par ces deux élémens, quoique difficiles à démêler, se présentent néanmoins avec des traits mieux prononcés; au lieu que, dans les matières volcaniques, la substance, la forme, la consistance, tout, jusqu'aux premiers linéamens de la figure, est enveloppé, ou mêlé, ou détruit ; et de là vient l'obscurité profonde où se trouve jusqu'à ce jour la minéralogie des volcans.

Pour en éclaircir les points principaux, il nous paroît nécessaire de rechercher d'abord quelles sont les matières qui peuvent produire et entretenir ce feu, tantôt violent, tantôt calme, et toujours si grand, si cons-

1. Voyez l'article entier des *Volcans*, tome I, et les *Époques de la Nature*, tome II.

tant, si durable, qu'il semble que toutes les substances combustibles de la surface de la terre ne suffiroient pas pour alimenter pendant des siècles une seule de ces fournaises dévorantes : mais si nous nous rappelons ici que tous les végétaux produits pendant plusieurs milliers d'années ont été entraînés par les eaux ou enfouis dans les profondeurs de la terre, où leurs huiles converties en bitume les ont conservés ; que toutes les pyrites formées en même temps à la surface de la terre ont suivi le même cours, et ont été déposées dans les profondeurs où les eaux ont entraîné la terre végétale; qu'enfin la couche entière de cette terre, qui couvroit dans les premiers temps les sommets des montagnes, est descendue avec ces matières combustibles pour remplir les cavernes qui servent de voûtes aux éminences du globe, on ne sera plus étonné de la quantité et du volume ni de la force et de la durée de ces feux souterrains. Les pyrites humectées par l'eau s'enflamment d'elles-mêmes ; les charbons de terre, dont la quantité est encore plus grande que celle des pyrites, les limons bitumineux qui les avoisinent, toutes les terres végétales anciennement enfouies, sont autant de dépôts inépuisables de substances combustibles, dont les feux une fois allumés peuvent durer des siècles de siècles, puisque nous avons des exemples de veines de charbon de terre dont les vapeurs, s'étant enflammées, ont communiqué leur feu à la mine entière de ces charbons qui brûlent depuis plusieurs centaines d'années, sans interruption et sans une diminution sensible de leur masse.

Et l'on ne peut guère douter que les anciens végétaux et toutes les productions résultantes de leur décomposition n'aient été transportés et déposés par les eaux de la mer à des profondeurs aussi grandes que celles où se trouvent les foyers des volcans, puisque nous avons des exemples de veines de charbon de terre exploitées à deux mille pieds de profondeur [1], et qu'il est plus que probable qu'on trouveroit des charbons de terre et des pyrites enfouis encore plus profondément.

Or chacune de ces matières qui servent d'aliment au feu des volcans doit laisser après la combustion différens résidus, et quelquefois produire des substances nouvelles : les bitumes en brûlant donneront un résidu charbonneux, et formeront cette épaisse fumée qui ne paroît enflammée que dans l'obscurité. Cette fumée enveloppe constamment la tête du volcan, et se répand sur ses flancs en brouillard ténébreux ; et lorsque les bitumes souterrains sont en trop grande abondance, ils sont projetés au dehors avant d'être brûlés. Nous avons donné des exemples de ces torrens de bitume vomis par les volcans, quelquefois purs, et souvent mêlés d'eau. Les pyrites, dégagées de leurs parties fixes et terreuses, se sublimeront sous la forme de soufre, substance nouvelle qui ne se trouve ni dans les produits du feu primitif ni dans les matières formées par les eaux ; car le soufre, qu'on dit être formé par la voie humide, ne se produit qu'au moyen d'une forte effervescence, dont la grande chaleur équivaut à l'action du feu. Le soufre ne pouvoit en effet exister avant la décomposition des êtres organisés et la conversion de leurs détrimens en pyrites, puisque sa substance ne contient que l'acide et le feu qui s'étoient fixés dans les végétaux ou animaux, et qu'elle se forme par la combustion de ces mêmes pyrites, déjà remplies du feu fixe qu'elles ont tiré des corps organisés. Le sel ammoniac se formera et se sublimera de même par le feu du volcan ; les matières végétales ou animales contenues dans la terre limoneuse, et particulièrement dans les terreaux, les charbons de terre, les bois fossiles, et les tourbes, fourniront cette cendre qui sert de fondant pour la vitrification des laves ; les matières calcaires, d'abord calcinées et réduites en poussière de chaux, sortiront en tourbillons encore plus épais, et paraîtront comme des nuages massifs en se répandant au loin ; enfin la terre limoneuse se fondra, les argiles se cuiront, les grès se coaguleront, le fer et les autres métaux couleront, les granites se liquéfieront ; et des unes ou des autres de ces matières, ou du mélange de toutes, résultera la composition des laves, qui dès lors doivent être aussi différentes entre elles que le sont les matières dont elles sont composées. Et non seulement ces laves contiendront les matières liquéfiées, fondues, agglutinées et calcinées par le feu, mais aussi les fragmens de toutes les autres matières qu'elles auront saisies et ramassées en coulant sur la terre, et qui ne seront que peu ou point altérées par le feu ; enfin elles renfermeront encore dans leurs interstices et cavités les nouvelles substances que l'infiltration et la stillation de l'eau auront produites avec le temps en les décomposant, comme elle décompose toutes les autres matières.

La cristallisation, qu'on croyait être le

1. Voyez l'article du *Charbon de terre*, tome II, page 302.

caractère le plus sûr de la formation d'une substance par l'intermède de l'eau, n'est plus qu'un indice équivoque depuis qu'on sait qu'elle s'opère par le moyen du feu comme par celui de l'eau. Toute matière liquéfiée par la fusion donnera, comme les autres liquides, des cristallisations; il ne leur faut pour cela que du temps, de l'espace, et du repos : les matières volcaniques pourront donc contenir des cristaux, les uns formés par l'action du feu, et les autres par l'infiltration des eaux; les premiers dans le temps que ces matières étoient encore en fusion, et les seconds long-temps après qu'elles ont été refroidies. Le feld-spath est un exemple de la cristallisation par le feu primitif, puisqu'on le trouve cristallisé dans les granites qui sont de première formation. Le fer se trouve souvent cristallisé dans les mines primordiales, qui ne sont que des rochers de pierres ferrugineuses attirables à l'aimant, et qui ont été formées, comme les autres grandes masses vitreuses, par le feu primitif : ce même fer se cristallise sous nos yeux par un feu lent et tranquille. Il en est de même des autres métaux et de tous les régules métalliques. Les matières volcaniques pourront donc renfermer ou présenter au dehors toutes ces substances cristallisées par le feu : ainsi je ne vois rien dans la nature, de tout ce qui a été formé par le feu ou par l'eau, qui ne puisse se trouver dans le produit des volcans; et je vois en même temps que leurs feux ayant combiné beaucoup plus de substances que le feu primitif, ils ont donné naissance au soufre et à quelques autres minéraux qui n'existent qu'en vertu de cette seconde action du feu. Les volcans ont formé des verres de toutes couleurs, dont quelques uns sont d'un beau bleu céleste, et ressemblent à une scorie ferrugineuse; d'autres verres aussi fusibles que le feld-spath; des basaltes ressemblans aux porphyres; des laves vitreuses presque aussi dures que l'agate, et auxquelles on a donné, quoique très-improprement, le nom d'*agates noires d'Islande;* d'autres laves qui renferment des grenats blancs, des schorls, et des chrysolithes, etc. On trouve donc un grand nombre de substances anciennes et nouvelles, pures ou dénaturées, dans les basaltes, dans les laves, et même dans la pouzzolane et dans les cendres des volcans. « *Le Monte-Berico*, près de Vicence, dit M. Ferber, est une colline entièrement formée de cendres de volcans d'un brun noirâtre, dans lesquelles se trouve une très-grande quantité de cailloux de calcédoine ou opale; les uns formant des *druses* dont les parois peuvent avoir l'épaisseur d'un brin de paille; les autres ayant la figure de petits cailloux elliptiques, creux intérieurement, et remplis d'eau : la grandeur de ces derniers quelquefois varie depuis le diamètre d'un petit pois jusqu'à un demi-pouce... Ces cailloux ressemblent assez aux calcédoines et aux opales. Les boules de calcédoine et de zéolithe de Féroé et d'Islande se trouvent nichées dans une terre d'un brun noirâtre, de la même manière que les cailloux dont il est ici question. »

Mais quoiqu'on trouve dans les produits ou dans les éjections des volcans presque toutes les matières brutes ou minérales du globe, il ne faut pas s'imaginer que le feu volcanique les ait toutes produites à beaucoup près, et je crois qu'il est toujours possible de distinguer, soit par un examen exact, soit par le rapport des circonstances, une matière produite par le feu secondaire des volcans, de toutes les autres qui ont été précédemment formées par l'action du feu primitif ou par l'intermède de l'eau. De la même manière que nous pouvons imiter dans nos fourneaux toutes les pierres précieuses, que nous faisons des verres de toutes couleurs, et même aussi blancs que le cristal de roche[1], et presque aussi brillans que le diamant[2]; que dans ces mêmes fourneaux, nous voyons se former des cristallisations sur les matières fondues lorsqu'elles sont en repos, et que le feu est long-temps soutenu; nous ne pouvons douter que la nature n'opère les mêmes effets avec bien plus de puissance dans ces foyers immenses, allumés depuis nombre de siècles, entretenus sans interruption, et fournis, suivant les circonstances, de toutes les matières dont nous nous servons pour nos compositions. Il faut donc, en examinant les matières volcaniques, que le naturaliste fasse comme le lapidaire, qui rejette au premier coup d'œil et sépare les *stras*, et autres verres de composition, des vrais diamans et des pierres précieuses : mais le naturaliste a ici deux grands désavantages; le premier est d'ignorer ce que peut faire et produire un feu dont la véhémence et la continuité ne peuvent être comparées avec celles de nos feux; le second est l'embarras où il se trouve pour distinguer dans ces mêmes matières volcaniques celles qui, étant

1. Le verre ou cristal de Bohême, le flint-glass, etc.

2. Les verres brillans connus vulgairement sous le nom de *stras*.

vraies substances de nature, ont néanmoins été plus ou moins altérées, déformées, ou fondues par l'action du feu, sans cependant être entièrement transformées en verre ou en matières nouvelles. Cependant, au moyen d'une inspection attentive, d'une comparaison exacte, et de quelques expériences faciles sur la nature de chacune de ces matières, on peut espérer de les reconnoître assez pour les en séparer et les joindre aux compositions artificielles produites par le feu de nos fourneaux.

Quelques observateurs, émerveillés des prodigieux effets produits par ces feux souterrains, ayant sous leurs yeux les gouffres et les montagnes formés par leurs éruptions, trouvant dans les matieres projetées des substances de toute espèce, ont trop accordé de puissance et d'effet aux volcans : ne voyant dans les terrains volcanisés que confusion et bouleversement, ils ont transporté cette idée sur le globe entier, et ont imaginé que toutes les montagnes s'étoient élevées par la violente action et la force de ces feux intérieurs dont ils ont voulu remplir la terre jusqu'au centre. On a même attribué à un feu central réellement existant la température ou chaleur actuelle de l'intérieur du globe. Je crois avoir suffisamment démontré la fausseté de ces idées. Quels seroient les alimens d'une telle masse de feu ? pourroit-il subsister, exister sans air ? et sa force expansive n'auroit-elle pas fait éclater le globe en mille pièces ? et ce feu une fois échappé après cette explosion pourroit-il redescendre et se trouver encore au centre de la terre ? Son existence n'est donc qu'une supposition qui ne porte que sur des impossibilités, et dont, en l'admettant, il ne résulteroit que des effets contraires aux phénomènes connus et constatés. Les volcans ont, à la vérité, rompu, bouleversé les premières couches de la terre en plusieurs endroits ; ils en ont couvert et brûlé la surface par leurs éjections enflammées : mais ces terrains volcanisés, tant anciens que nouveaux, ne sont pour ainsi dire que des points sur la surface du globe ; et en comptant avec moi dans le passé cent fois plus de volcans qu'il n'y en a d'actuellement agissans, ce n'est encore rien en comparaison de l'étendue de la terre solide et des mers. Tâchons donc de n'attribuer à ces feux souterrains que ce qui leur appartient ; ne regardons les volcans que comme des instrumens, ou, si l'on veut, comme des causes secondaires, et conservons au feu primitif et à l'eau, comme causes premières, le grand établissement et la disposition primordiale de la masse entière de la terre.

Pour achever de se faire des idées fixes et nettes sur ces grands objets, il faut se rappeler ce que nous avons dit au sujet des montagnes primitives, et les distinguer en plusieurs ordres : les plus anciennes, dont les noyaux et les sommets sont de quartz et de jaspe, ainsi que celles des granites et porphyres, qui sont presque contemporaines, ont toutes été formées par les boursouflures du globe dans le temps de sa consolidation ; les secondes dans l'ordre de formation sont les montagnes de schiste ou d'argile qui enveloppent souvent les noyaux des montagnes de quartz ou de granites, et qui n'ont été formées que par les premiers dépôts des eaux après la conversion des sables vitreux en argile ; les troisièmes sont les montagnes calcaires, qui généralement surmontent les schistes ou les argiles, et quelquefois les quartz et les granites, et dont l'établissement est, comme l'on voit, encore postérieur à celui des montagnes argileuses. Ainsi les petites ou grandes éminences formées par le soulèvement ou l'effort des feux souterrains, et les collines produites par les éjections des volcans, ne doivent être considérées que comme des tas de décombres provenant de ces matières premières projetées et accumulées confusément.

On se tromperoit donc beaucoup si l'on vouloit attribuer aux volcans les plus grands bouleversemens qui sont arrivés sur le globe ; l'eau a plus influé que le feu sur les changemens qu'il a subis depuis l'établissement des montagnes primitives ; c'est l'eau qui a rabaissé, diminué ces premières éminences, ou qui les a enveloppées et couvertes de nouvelles matières ; c'est l'eau qui a miné, percé les voûtes des cavités souterraines qu'elle a fait écrouler, et ce n'est qu'à l'affaissement de ces cavernes qu'on doit attribuer l'abaissement des mers et l'inclinaison des couches de la terre, telle qu'on la voit dans plusieurs montagnes, qui, sans avoir éprouvé les violentes secousses du feu, sans s'être entr'ouvertes pour lui livrer passage, se sont néanmoins affaissées, rompues, et ont penché, en tout ou en partie, par une cause plus simple et bien générale, c'est-à-dire par l'affaissement des cavernes dont les voûtes leur servoient de base ; car lorsque ces voûtes se sont enfoncées, les terres supérieures ont été forcées de s'affaisser, et c'est alors que leur continuité s'est rompue, que leurs couches horizontales se sont inclinées, etc. C'est donc à la rupture et à la

chute des cavernes ou boursouflures du globe qu'il faut rapporter tous les grands changemens qui se sont faits dans la succession des temps. Les volcans n'ont produit qu'en petit quelques effets semblables, et seulement dans les portions de terre où se sont trouvées ramassées les pyrites et autres matières inflammables et combustibles qui peuvent servir d'aliment à leur feu; matières qui n'ont été produites que long-temps après les premières, puisque toutes proviennent des substances organisées.

Nous avons déjà dit que les minéralogistes semblent avoir oublié, dans leur énumération des matières minérales, tout ce qui a rapport à la terre végétale; ils ne font pas même mention de sa conversion en terre limoneuse, ni d'aucune de ses productions minérales : cependant cette terre est à nos pieds, sous nos yeux; et ses anciennes couches sont enfouies dans le sein de la terre, à toutes les profondeurs où se trouvent aujourd'hui les foyers des volcans, avec toutes les autres matières qui entretiennent leur feu, c'est-à-dire les amas de pyrites, les veines de charbon de terre, les dépôts de bitume et de toutes les substances combustibles. Quelques uns de ces observateurs ont bien remarqué que la plupart des volcans sembloient avoir leur foyer dans les schistes, et que leur feu s'étoit ouvert une issue non seulement dans les couches de ces schistes, mais encore dans les bancs et les rochers calcaires qui d'ordinaire les surmontent; mais ils n'ont pas pensé que ces schistes et ces pierres calcaires avoient pour base commune des voûtes de cavernes dont la cavité étoit, en tout ou en partie, remplie de terre végétale, de pyrites, de bitume, de charbon, et de toutes les substances nécessaires à l'entretien du feu; que par conséquent ces foyers de volcan ne peuvent pas être à de plus grandes profondeurs que celle où les eaux de la mer ont entraîné et déposé les matières végétales des premiers âges, et que par la même conséquence les schistes et les pierres calcaires qui surmontent le foyer du volcan n'ont d'autre rapport avec son feu que de lui servir de cheminée; que de même la plupart des substances, telles que les soufres, les bitumes, et nombre d'autres minéraux sublimés ou projetés par le feu du volcan, ne doivent leur origine qu'aux matières végétales et aux pyrites qui lui servent d'aliment; qu'enfin la terre végétale étant la vraie matrice de la plupart des minéraux figurés qui se trouvent à la surface et dans les premières couches du globe, elle est aussi la base de presque tous les produits immédiats de ce feu des volcans.

Suivons ces produits en détail d'après le meilleur de nos observateurs, et donnons des exemples de leur mélange avec les matières anciennes. On voit au *Monte-Ronca* et en plusieurs autres endroits du Vicentin des couches entières d'un mélange de laves et de marbre, ou de pierre calcaire, réunies en une sorte de brèche, à laquelle on peut donner le nom de *brèche volcanique*. On trouve un autre marbre-lave dans une grande fente perpendiculaire d'un rocher calcaire, laquelle descend jusqu'à l'*Astico*, torrent impétueux; et ce marbre, qui ressemble à la *brèche africaine*, est composé de lave noire et de morceaux de marbre blanc dont le grain est très-fin, et qui prend parfaitement le poli. Cette lave en brocatelle ou en brèche n'est point rare : on en trouve de semblables dans la vallée d'*Eriofredo*, au dessus de *Tonnesa*, et dans nombre d'autres endroits des terrains volcanisés de cette contrée. Ces marbres-laves varient tant par les couleurs de la lave que par les matières calcaires qui sont entrées dans leur composition.

Les laves du pays de *Tresto* sont noires et remplies, comme presque toutes les laves, de cristallisations blanches à beaucoup de facettes, de la nature du schorl, auxquelles on pourroit donner le nom de *grenats blancs* : ces petits cristaux de grenats ou schorls blancs ne peuvent avoir été saisis que par la lave en fusion, et n'ont pas été produits dans cette lave même par cristallisation, comme semble l'insinuer M. Ferber en disant « qu'ils sont d'une nature et d'une figure qui ne s'est vue jusqu'ici dans aucun terrain de notre globe, sinon dans la lave, et que leur nombre y est prodigieux. On trouve, ajoute-t-il, au milieu de la lave, différentes espèces de cailloux qui font feu avec l'acier, telles que des pierres à fusil, des jaspes, des agates rouges, noires, blanches, verdâtres, et de plusieurs autres couleurs; des hyacinthes, des chrysolithes, des cailloux de la nature des calcédoines, et des opales qui contiennent de l'eau. » Ces derniers faits confirment ce que nous venons de dire au sujet des cristaux de schorl qui, comme les pierres précédentes, ont été enveloppées dans la lave.

Toutes les laves sont plus ou moins mêlées de particules de fer; mais il est rare d'y voir d'autres métaux, et aucun métal ne s'y trouve en filons réguliers et qui aient de la suite : cependant le plomb et le mercure en cinabre, le cuivre, et même l'argent, se ren-

contrent quelquefois en petite quantité dans certaines laves; il y en a aussi qui renferment des pyrites, de la manganese, de la blende, et de longues et brillantes aiguilles d'antimoine.

Les matières fondues par le feu des volcans ont donc enveloppé des substances solides et des minéraux de toutes sortes; les poudres calcinées qui s'élèvent de ces gouffres embrasés se durcissent avec le temps, et se convertissent en une espèce de tuffeau assez solide pour servir à bâtir. Près du Vésuve ces cendres terreuses rejetées se sont tellement unies et endurcies par le laps de temps, qu'elles forment aujourd'hui une pierre ferme et compacte dont ces collines volcaniques sont entièrement composées [1].

On trouve aussi dans les laves différentes cristallisations qui peuvent provenir de leur propre substance, et s'être formées pendant la condensation et le refroidissement qui a suivi la fusion des laves : alors, comme le pense M. Ferber, les molécules de matières homogenes se sont séparées du reste du mélange, et se sont réunies en petites masses, et quand il s'en est trouvé une plus grande quantité, il en a résulté des cristaux plus grands. Ce naturaliste dit avec raison qu'en général les minéraux sont disposés à adopter des figures déterminées dans la fluidité de fusion par le feu, comme dans la fluidité humide; et nous ne devons pas être étonnés qu'il se forme des cristaux dans les laves, tandis qu'il ne s'en voit aucun dans nos verres factices; car la lave, coulant lentement, et formant de grandes masses très-épaisses, conserve à l'intérieur son état de fusion assez long-temps pour que la cristallisation s'opere. Il ne faut dans le verre, dans le fer, et dans toute autre matière fondue, que du repos et du temps pour qu'elle se cristallise; et je suis persuadé qu'en tenant long-temps en fonte celle de nos verres factices il pourroit s'y former des cristaux fort semblables à ceux qui peuvent se trouver dans les laves des volcans.

Les laves, comme les autres matières vitreuses ou calcaires, doivent avoir leurs stalactites propres et produites par l'intermède de l'eau : mais il ne faut pas confondre ces stalactites avec les cristaux que le feu peut avoir formés; il en est de même de la *lave noire scoriforme* qui se trouve dans la bouche du Vésuve en grappes branchues comme des coraux, et que M. Ferber dit être une stalactite de lave, puisqu'il convient lui-même que ces prétendues stalactites sont des portions de la même matiere qui ont souffert un feu plus violent ou plus long que le reste de la lave. Et quant aux véritables stalactites produites dans les laves par l'infiltration de l'eau, le même M. Ferber nous en fournit des exemples dans ces cristallisations en aiguilles qu'il a vues attachées à la surface intérieure des cavités de la lave, et qui s'y forment comme les cristaux de roche dans les cailloux creux. La grande dureté de ces cristallisations concourt encore à prouver qu'elles ont été produites par l'eau; car les cristaux du genre vitreux, tels que le cristal de roche, qui sont formés par la voie des élémens humides, sont plus durs que ceux qui sont produits par le feu.

Dans l'énumération détaillée et très-nombreuse que cet habile minéralogiste fait de toutes les laves du Vésuve, il observe que les micas qui se trouvent dans quelques laves pourroient bien n'être que les exfoliations des schorls contenus dans ces laves. Cette idée semble être d'autant plus juste que c'est de cette maniere et par exfoliation que se forment tous les micas des verres artificiels et naturels, et les premiers micas ne sont, comme nous l'avons dit, que les exfoliations en lames minces qui se sont séparées de la surface des verres primitifs. Il peut donc exister des micas volcaniques comme des micas de nature, parce qu'en effet le feu des volcans a fait des verres comme le feu primitif. Dès lors on doit trouver parmi les laves des masses mêlées de mica : aussi M. Ferber fait mention d'une lave grise compacte avec quantité de lames de mica et de schorl en petits points dispersés, qui ressemble si fort à quelques especes de granites gris à petits grains, qu'à la vue il serait très-facile de les confondre.

1. M. le baron de Dietrich remarque avec raison que la vraie pouzzolane n'est pas précisément de la cendre endurcie et friable, comme le dit M. Ferber, mais plutôt de la pierre ponce réduite en très-petits fragmens; et je puis observer que la bonne pouzzolane, c'est-à-dire celle qui, mêlée avec la chaux, fait les mortiers les plus durables et les plus impénétrables à l'eau, n'est ni la cendre fine ou grossière pure, ni les graviers de ponce blanche, et qu'il n'y a que la pouzzolane mélangée de beaucoup de parties ferrugineuses qui soit supérieure aux mortiers ordinaires : c'est, comme nous le dirons à l'article *des cimens de la nature*, le ciment ferrugineux qui donne la dureté à presque toutes les terres, et même à plusieurs pierres. Au reste, la meilleure pouzzolane, qui vient des environs de Pouzzoles, est grise; celle des provinces de l'État ecclésiastique est jaune, et il y en a de noire sur le Vésuve. M. le baron de Dietrich ajoute que la meilleure pouzzolane des environs de Rome se tire d'une colline qui est à la droite de la *Via-Appia* hors de la porte Saint-Sébastien, et que les grains de cette pouzzolane sont rougeâtres.

Le soufre se sublime en flocons, et s'attache en grande quantité aux cavités et aux faîtes de la bouche des volcans. La plus grande partie du soufre du Vésuve est en forme irrégulière et en petits grains. On voit aussi de l'arsenic mêlé de soufre dans les ouvertures intérieures de ce volcan; mais l'arsenic se disperse irrégulièrement sur la lave en petite quantité. Il y a de même dans les crevasses et cavités de certaines laves une plus ou moins grande quantité de sel ammoniac blanc : ce sel se sublime quelque temps après l'écoulement de la lave, et l'on en voit beaucoup dans le cratère de la plupart des volcans. Dans quelques morceaux de lave de l'Etna il se trouve quantité de matière charbonneuse végétale mêlée d'une substance saline; ce qui prouve que c'est un véritable *natron*, une espèce de soude formée par les feux volcaniques, et que c'est à la combustion des végétaux que cette substance saline est due; et à l'égard du vitriol, de l'alun, et des autres sels qu'on rencontre aussi dans les matières volcaniques, nous ne les regarderons pas comme des produits immédiats du feu, parce que leur production varie suivant les circonstances, et que leur formation dépend plus de l'eau que du feu.

Mais, avant de terminer cette énumération des matières produites par le feu des volcans, il faut rapporter, comme nous l'avons promis, les observations qui prouvent qu'il se forme par les feux volcaniques des substances assez semblables au granite et au porphyre, d'où résulte une nouvelle preuve de la formation des granites et porphyres de nature par le feu primitif : il faut seulement nous défier des noms, qui font ici, comme partout ailleurs, plus d'embarras que les choses. M. Ferber a raison de dire « qu'en général il y a très-peu de différence essentielle entre le schorl, le spath dur (feld-spath), le quartz, et les grenats des laves. » Cela est vrai pour le schorl et le feld-spath; et je suis comme lui persuadé qu'originairement ces deux matières n'en font qu'une, à laquelle on pourroit encore réunir, sans se méprendre, les cristaux volcaniques en forme de grenats : mais le quartz diffère de tous trois par son infusibilité et par ses autres qualités primordiales, tandis que le feld-spath, le schorl, soit en grains ou en grenats, sont des verres également fusibles, et qui peuvent aussi avoir été produits également par le feu primitif et par celui des volcans. Les exemples suivans confirmeront cette idée, que je crois bien fondée.

Les schorls noirs en petits rayons que l'on aperçoit quelquefois dans le porphyre rouge, et presque toujours dans les porphyres verts, sont de la même nature que le feld-spath, à la couleur près.

Une lave noire de la Toscane, dans laquelle le schorl est en grandes taches blanches et parallélipipèdes, a quelque ressemblance avec le porphyre appelé *serpentine noire antique :* le verre de la lave remplace ici la matière du jaspe, et le schorl celle du feld-spath.

La lave rouge des montagnes de Bergame, contenant de petits grenats blancs, ressemble au vrai porphyre rouge.

Les granites gris à petits grains, et qu'on appelle *granitelli,* contiennent moins de feld-spath que les granites rouges; et ce feld-spath, au lieu d'y être en gros cristaux rhomboïdaux, n'y paroît ordinairement qu'en petites molécules sans forme déterminée. Néanmoins on connoît une espèce de granite gris à grandes taches blanches parallélipipèdes; et la matière de ces taches, dit M. Ferber, tient le milieu entre le schorl et le spath dur (feld-spath). Il y a aussi des granites gris qui renferment, au lieu de mica ordinaire, du mica de schorl.

Nous devons observer ici que le granite noir et blanc qui n'a que peu ou point de particules de feld-spath, mais de grandes taches noires oblongues de la nature du schorl, ne seroit pas un véritable granite, si le feld-spath y manque, et si, comme le croit M. Ferber, ces taches de schorl noir remplacent le mica; d'autant que les rayons de schorl noir « y sont, dit-il, en telle abondance, si grands, si serrés..... qu'ils paroissent faire le fond de la pierre. » Et à l'égard du granite vert de M. Ferber, dont le fond est blanc verdâtre avec de grandes taches noires oblongues, et qu'il dit être de la même nature du schorl, et des prétendus porphyres à fond vert de la nature du *trapp,* dont nous avons parlé d'après lui, nous présumons qu'on doit plutôt les regarder comme des productions volcaniques que comme de vrais granites ou de vrais porphyres de nature.

Les basaltes qu'on appelle *antiques*, et les basaltes modernes, ont également été produits par le feu des volcans, puisqu'on trouve dans les basaltes égyptiens les mêmes cristaux de schorl en grenats blancs et de schorl noir en rayons et feuillets que dans les laves ou basaltes modernes et récens; que, de plus, le basalte noir, qu'on nomme mal à propos *basalte oriental,* est mêlé de

petites écailles blanches de la nature du schorl, et que sa fracture est absolument pareille à celle de la lave du *Monte-Albano;* qu'un autre basalte noir antique, dont on a des statues, est rempli de petits cristaux en forme de grenats, et présente quelques feuilles brillantes du schorl noir; qu'un autre basalte noir antique est mêlé de petites parties de quartz, de feld-spath, et de mica, et seroit par conséquent un vrai granite si ces trois substances y étoient réunies, comme dans le granite de nature, et non pas nichées séparément comme elles le sont dans ce basalte; qu'enfin on trouve dans un autre basalte antique, brun ou noirâtre, des bandes ou larges raies de granite rouge à petits grains. Ainsi le vrai basalte antique n'est point une pierre particulière, ni différente des autres basaltes, et tous ont été produits, comme les laves, par le feu des volcans. Et à l'égard des bandes de granite observées dans le dernier basalte, comme elles paroissent être de vrai granite, on doit présumer qu'elles ont été enveloppées par la lave en fusion, et incrustées dans son épaisseur.

Puisque le feu primitif a formé une si grande quantité de granites, on ne doit pas être étonné que le feu des volcans produise quelquefois des matières qui leur ressemblent : mais comme au contraire il me paroît certain que c'est par la voie humide que les cristaux de roche et toutes les pierres précieuses ont été formées, je pense qu'on doit regarder comme des corps étrangers toutes les chrysolithes, hyacinthes, topazes, calcédoines, opales, etc., qui se trouvent dans les différentes matières fondues par le feu des volcans, et que toutes ces pierres ou cristaux ont été saisis ou enveloppés par les laves et basaltes lorsqu'ils couloient en fusion sur la surface des rochers vitreux, dont ces cristaux ne sont que des stalactites que l'ardeur du feu n'a pas dénaturées. Et quant aux autres cristallisations qui se trouvent formées dans les cavités des laves, elles ont été produites par l'infiltration de l'eau, après le refroidissement de ces mêmes laves.

Aux observations de M. Ferber et de M. le baron de Dietrich, sur les matières volcaniques et volcanisées, nous ajouterons celles de MM. Desmarest, Faujas de Saint-Fond, et de Gensanne, qui ont examiné les volcans éteints de l'Auvergne, du Vélay, du Vivarais, et du Languedoc; et quoique j'aie déjà fait mention de la plupart de ces volcans éteints, il est bon de recueillir et de présenter ici les différentes substances que ces observateurs ont reconnues aux environs de ces mêmes volcans, et qu'ils ont jugé avoir été produites par leurs anciennes éruptions.

M. de Gensanne parle d'un volcan dont la bouche se trouve au sommet de la montagne qui est entre Lunas et Lodève, et qui a dû être considérable, à en juger par la quantité des laves qu'on peut observer dans tout le terrain circonvoisin. Il a reconnu trois volcans dans le voisinage du fort Brescou, sur l'un desquels M. l'évêque d'Agde (Saint-Simon-Sandricourt) a fait, en prélat citoyen, des défrichemens et de grandes cultures en vignes qui produisent de bons vins. Ce vieux volcan, stérile jusqu'alors, est couvert d'une si grande épaisseur de laves, que le fond du puits que M. l'évêque d'Agde a fait faire dans sa vigne est à cent quatre pieds de profondeur, et entièrement taillé dans ce banc de laves, sans qu'on ait pu en trouver la dernière couche, quoique le fond du puits soit à trois pieds au dessous du niveau de la mer. M. de Gensanne ajoute qu'il a compté dans le seul bas Languedoc dix volcans éteints, dont les bouches sont encore très-visibles.

M. Desmarest prétend distinguer deux sortes de basaltes : il dit avoir comparé le basalte noir dont on voit plusieurs monumens antiques à Rome avec ce qu'il appelle *le basalte noir des environs de Tulle en Limosin;* il assure avoir vu dans cette pierre des environs de Tulle les mêmes lames, les mêmes taches et bandes de quartz ou de feld-spath et de zéolithe que dans le basalte noir antique : néanmoins ce prétendu basalte de Tulle n'en est point un; c'est une pierre argileuse, mêlée de mica noir et de schorl, qui n'a pas, à beaucoup près, la dureté de la lave compacte ou du basalte, et qui ne porte d'ailleurs aucun caractère ni aucun indice d'un produit de volcan; au contraire, les basaltes gris, noirs, et verdâtres des anciens, sont, de l'aveu même de cet académicien, composés de petits grains assez semblables à ceux d'une lave compacte et d'un tissu serré, et ces basaltes ressemblent entièrement au basalte d'Antrim en Irlande et à celui d'Auvergne [1].

1. « On distingue trois substances qui sont renfermées dans les laves : les points quartzeux, et même les granites entiers; le schorl ou *gabbro;* les matières calcaires, celles qui sont de la nature de la zéolithe, ou de la base de l'alun : ces deux dernières substances présentent dans les laves toutes les matières du travail de l'eau, depuis la stalactite simple jusqu'à l'agate et la calcédoine. Ces sub-

M. Faujas de Saint-Fond a très-bien observé toutes les matières produites par les volcans; ses recherches assidues et suivies pendant plusieurs années, et pour lesquelles il n'a épargné ni soins ni dépenses, l'ont mis en état de publier un grand et bel ouvrage sur les volcans éteints, dans lequel nous puiserons le reste des faits que nous avons à rapporter, en les comparant avec les précédens.

Il a découvert dans les volcans éteints du Vivarais les mêmes pouzzolanes grises, jaunes, brunes, et roussâtres, qui se trouvent au Vésuve et dans les autres terrains volcanisés de l'Italie : les expériences faites dans les bassins du jardin des Tuileries, et vérifiées publiquement, ont confirmé l'identité de nature de ces pouzzolanes de France et d'Italie, et on peut présumer qu'il en est de même des pouzzolanes de tous les autres volcans.

stances étrangères existoient auparavant dans le terrain où la lave a coulé, elles les a entraînées et enveloppées ; car j'ai observé que dans certains cantons couverts de laves compactes, ou d'autres productions du feu, on n'y trouve pas un seul vestige de ces cristaux de *gabbro*, si les substances qui composent l'ancien sol n'en contiennent point elles-mêmes. »

Mais nous devons observer qu'indépendamment de ces matières vitreuses ou calcaires saisies dans leur état de nature, et qui sont plus ou moins altérées par le feu, on trouve aussi dans les laves des matières qui, comme nous l'avons dit, s'y sont introduites depuis par le travail successif des eaux. « Elles sont, comme le dit M. Desmarest, le résultat de l'infiltration lente d'un fluide chargé de ces matières épurées, et qui a même souvent pénétré des masses d'un tissu assez serré ; elles ne s'y trouvent alors que dans un état cristallin et spathique.... Elles ont pris la forme de stalactites en gouttes rondes ou allongées, en filets déliés, en tuyaux creux ; et toutes ces formes se retrouvent au milieu des laves compactes comme dans les vides des terres cuites. »

A ce fait, qui ne m'a jamais paru douteux, M. Desmarest en ajoute d'autres qui mériteroient une plus ample explication. « Les matériaux, dit-il, que le feu a fondus pour produire le basalte, sont les granites. » Les granites ne sont pas les seuls matériaux qui entrent dans la composition des basaltes, puisqu'ils contiennent peut-être plus de fer, ou d'autres substances, que de matières graniteuses. « Les granites, continue cet académicien, ont éprouvé par le feu différens degrés d'altération qui se terminent au basalte ; on y voit le spath fusible (feld spath), qui dans quelques uns est grisâtre, et qui dans d'autres forme un fond noir d'un grain serré ; et, au milieu de ces échantillons, on démêle aisément le quartz, qui reste en cristaux ou intacts, ou éclatés par lames, ou réduits à une couleur d'un blanc terne, comme le quartz blanc rougi au feu et refroidi subitement. » Le quartz n'est point en cristaux dans les granites de nature, c'est le feld-spath qui seul y est en cristaux rhomboïdaux : ainsi le quartz ne peut pas *rester en cristaux intacts*, etc., dans les basaltes.

Cet habile naturaliste a remarqué dans une lave grise, pesante, et très-dure, des cristaux assez gros, mais confus, lesquels, réduits en poudre, ne faisoient aucune effervescence avec l'acide nitreux, mais se convertissoient, au bout de quelques heures, en une gelée épaisse ; ce qui annonce, dit-il, que cette matière est une espèce de zéolithe : mais je dois observer que ce caractère par lequel on a voulu désigner la zéolithe est équivoque ; car toute autre matière mélangée de vitreux et de calcaire se réduira de même en gelée : et d'ailleurs cette réduction en gelée n'est pas un indice certain, puisqu'en augmentant la quantité de l'acide on parvient aisément à dissoudre la matière en entier.

Le même M. de Saint-Fond a observé que le fer est très-abondant dans toutes les laves, et que souvent il s'y présente dans l'état de rouille, d'ocre, ou de chaux. On voit en effet des laves dont les surfaces sont revêtues d'une couche ocreuse produite par la décomposition du fer qu'elles contenoient, et où d'autres couches ocreuses, encore plus décomposées, se convertissent ultérieurement en une terre argileuse qui happe à la langue [1].

Ce même naturaliste rapporte, d'après M. Pazumot, qu'on a d'abord trouvé des zéolithes dans les laves d'Islande; qu'ensuite on en a reconnu dans différens basaltes en Auvergne, dans ceux du Vieux-Brisach en Alsace, dans les laves envoyées des îles de France et de Bourbon, et dans celles de l'île de Féroé. M. Pazumot est en effet le premier qui ait écrit sur la zéolithe trouvée dans les laves, et son opinion est que cette substance n'est pas un produit immédiat

1. Il m'a remis, pour le Cabinet du Roi, une très-belle collection en ce genre, dans laquelle on peut voir tous les passages du basalte noir le plus dur à l'état argileux. Les différens morceaux de cette collection présentent toutes les nuances de la décomposition : l'on y reconnoît, de la manière la plus évidente, non seulement toutes les modifications du fer, qui en se décomposant a produit les teintes les plus variées ; mais l'on y voit jusqu'à des prismes bien conformés, entièrement convertis en substance argileuse, de manière à pouvoir être coupés avec un couteau aussi facilement que la terre à foulon, tandis que le schorl noir, renfermé dans les prismes, n'a éprouvé aucune altération.

Un fait digne de la plus grande attention, c'est que, dans certaines circonstances, les eaux s'infiltrant à travers ces laves à demi décomposées ont entraîné leurs molécules ferrugineuses, et les ont déposées et réunies sous la forme d'hématites dans les cavités adjacentes ; alors les laves terreuses, dépouillées de leur fer, ont perdu leur couleur, et ne se présentent plus que comme une terre argileuse et blanche, sur laquelle l'aimant n'a plus d'action.

du feu, mais une reproduction formée par l'intermède de l'eau et par la décomposition de la terre volcanisée. C'est aussi le sentiment de M. de Saint-Fond : cependant il avoue qu'il a trouvé de la zéolithe dans l'intérieur du basalte le plus compacte et le plus dur. Il n'est donc guère possible de supposer que la zéolithe se soit formée dans ces basaltes par la décomposition de leur propre substance, et M. de Saint-Fond pense que ces dernières zéolithes étoient formées auparavant, et qu'elles ont seulement été saisies et enveloppées par la lave lorsqu'elle étoit en fusion. Mais alors comment est-il possible que la violence du feu ne les ait pas dénaturées, puisqu'elles sont enfermées dans la plus grande épaisseur de la lave où la chaleur étoit la plus forte? Aussi notre observateur convient-il qu'il y a des circonstances où le feu et l'eau ont pu produire des zéolithes, et il en donne des raisons assez plausibles.

Il dit, après l'avoir éprouvé par comparaison, que le basalte noir du Vivarais est plus dur que le basalte antique ou égyptien [1]. Il a trouvé sur le plus haut sommet de la montagne du Mézene en Vélay un basalte gris blanc un peu verdâtre, dur et sonore, qui se rapproche, par la couleur et par le grain, du basalte gris verdâtre d'Égypte, et dans lequel on remarque quelques lames d'un feld-spath blanc vitreux, qui a le coup d'œil et le brillant d'une eau glacée. Ces lames sont souvent formées en parallélogramme, et il y a des morceaux où le feld-spath renferme lui-même de petites aiguilles de schorl noir.

Enfin il remarque aussi très-bien que les dendrites qu'on voit à la superficie de quelques basaltes sont produites par le fer que l'eau dissout et dépose en forme de ramifications.

A l'égard de la figure prismatique que prennent les basaltes, notre observateur m'en a remis, pour le Cabinet du Roi, des triangulaires, c'est-à-dire à trois pans, qu'il dit être les plus rares, des quadrangulaires, des pentagones, des hexagones, des heptagones, et des octogones, tous en prismes bien formés; et, après une infinité de recherches, il avoue n'avoir jamais trouvé de basalte à neuf pans, quoique Molineux dise en avoir vu dans le comté d'Antrim.

Dans certaines laves que M. de Saint-Fond appelle *basaltes irréguliers*, il a reconnu de la zéolithe en noyau, avec du schorl noir. Dans un autre basalte du Vivarais, il a vu un gros noyau de feld-spath blanc à demi transparent, luisant, et ressemblant à du spath calcaire; et ce feld-spath renfermoit lui-même une belle aiguille prismatique de schorl noir. « Il y a de ces basaltes, dit-il, qui contiennent des noyaux de pierre calcaire et de pierre vitrifiable de la nature de la pierre à rasoir, et d'autres noyaux qui ressemblent à du tripoli. » Il a vu dans d'autres blocs de la chrysolithe verdâtre; dans d'autres, du spath calcaire blanc, cristallisé et à demi transparent; d'autres morceaux sont entremêlés de couches de basaltes et de petites couches de pierre calcaire; d'autres renferment des fragmens de granite blanc, mêlés de schorl noir : il y en a même dont le granite est en plaques si intimement jointes et liées au basalte, que, malgré le poli, la ligne de jonction n'est pas sensible; enfin dans la cavité d'un autre morceau de basalte, il a reconnu un dépôt ferrugineux sous la forme d'hématite, qui en tapisse tout l'intérieur, et qui est de couleur gorge de pigeon, très-chatoyante. On voit sur cette hématite quelques gros grains d'une espèce de calcédoine blanche et demi transparente; une des faces de ce même morceau est recouverte de dendrites ferrugineuses : et parmi les laves proprement dites, il en a remarqué plusieurs qui sont tendres, friables, et prennent peu à peu la nature d'une terre argileuse.

Il remarque avec raison que la *pierre de gallinace*, qu'on a nommée *agate noire d'Islande*, n'a aucun rapport avec les agates, et que ce n'est qu'un verre demi transparent, une sorte d'émail, qui se forme dans les volcans, et que nous pouvons même imiter en tenant de la lave à un feu violent et long-temps continué. On trouve de cette

1. Il observe quelques différences dans la pâte de ce basalte égyptien, d'après les belles statues de cette matière que M. le duc de Chaulnes a rapportées de son voyage d'Égypte; elles présentent les variétés suivantes : 1° un basalte noir, dur, et compacte, dont la pâte offre un grain serré, mais sec et âpre au toucher dans les cassures, et néanmoins susceptible d'un beau poli, 2° un basalte d'un grain semblable, mais d'une teinte verdâtre; 3° un basalte d'un gris lavé tirant au vert. Au reste, M. Faujas de Saint-Fond ne regarde pas comme un basalte, ni même comme un produit des volcans, la matière de quelques statues égyptiennes, qui, quoique d'une belle couleur noire, n'est qu'une pierre argileuse mêlée de mica et de schorl noir en très-petits grains; et cette pierre est bien moins dure que le basalte. Notre observateur recommande enfin de ne pas confondre avec le basalte la matière de quelques statues égyptiennes d'un gris noirâtre, qui n'est qu'un granite à grain fin ou une sorte de *granitello*.

pierre de gallinace non seulement en Islande, mais dans les montagnes volcaniques du Pérou. Les anciens Péruviens la travailloient pour en faire des miroirs qu'on a trouvés dans leurs tombeaux. Mais il ne faut pas confondre cette pierre de gallinace avec la *pierre d'incas*, qui est une marcassite dont ils faisoient aussi des miroirs. On rencontre de même sur l'Etna et sur le Vésuve quelques morceaux de gallinace, mais en petite quantité, et M. de Saint-Fond n'en a trouvé qu'en un seul endroit du Vivarais, dans les environs de Rochemaure. Ce morceau est tout-à-fait semblable à la gallinace d'Islande; il est de même très-noir et d'une substance dure donnant des étincelles avec l'acier : mais on y voit des bulles de la grosseur de la tête d'une épingle, toutes d'une rondeur exacte; ce qui paroît être une démonstration de plus de sa formation par le feu.

Indépendamment de toutes les variétés dont nous venons de faire mention, il se trouve très-fréquemment dans les terrains volcanisés des brèches et des poudingues que M. de Saint-Fond distingue avec raison [1] par la différence des matières dont ils sont composés.

La pouzzolane n'est que le détriment des matières volcaniques; vue à la loupe, elle présente une multitude de grains irréguliers : on y voit aussi des points de schorl noir détachés, et très-souvent de petites portions de basalte pur ou altéré. On trouve de la pouzzolane dans presque tous les cantons volcanisés, particulièrement dans les environs des cratères; il y en a plusieurs espèces et de différentes couleurs dans le Vivarais, et en plus grande abondance dans le Vélay.

Et je crois qu'on pourroit mettre encore au nombre des pouzzolanes cette matière d'un rouge ferrugineux qui se trouve souvent entre les couches des basaltes, quoiqu'elle se présente comme une terre bolaire qui happe à la langue et qui est grasse au toucher. En la regardant attentivement, on y voit beaucoup de paillettes de schorl noir, et souvent même des portions de lave qui n'ont pas encore été dénaturées, et qui conservent tous les caractères de la lave; mais ce qui prouve sa conformité de nature avec la pouzzolane, c'est qu'en prenant dans cette matière rouge celle qui est la plus liante, la plus pâteuse, on en fait un ciment avec de la chaux vive, et que, dans ce ciment, le liant de la terre s'évanouit, et qu'il prend consistance dans l'eau comme la plus excellente pouzzolane.

Les pouzzolanes ne sont donc pas des cendres, comme quelques auteurs l'ont écrit, mais de vrais détrimens des laves et des autres matières volcanisées. Au reste, il me paroît que notre savant observateur assure trop généralement qu'*il n'y a point de véritables cendres dans les volcans*, et qu'il n'y existe *absolument* que la matière de la lave cuite, recuite, calcinée, réduite ou en scories graveleuses ou en poudre fine. D'abord il me semble que, dans tout le cours de son ouvrage, l'auteur est dans l'idée que la lave se forme dans le gouffre ou foyer même du volcan, et qu'elle est projetée hors du cratère sous sa forme liquide et coulante, tandis qu'au contraire la lave ne se forme que dans les éminences ou monceaux de matières ardentes rejetées et accumulées, soit au dessus du cratère, comme dans le Vésuve, soit à quelque distance des bouches d'éruption, comme dans l'Etna. La lave ne se forme donc que par une vitrification postérieure à l'éjection, et cette vitrification ne se fait que dans les monceaux de matières rejetées; elle ne sort que du pied de ces éminences ou monceaux, et dès lors cette matière vitrifiée ne contient en effet point de cendres; mais les monceaux eux-mêmes en contenoient en très-grande quantité, et ce sont ces cendres qui ont servi de fondant pour former le verre de toutes les laves. Ces cendres sont lancées hors du gouffre des volcans, et proviennent des substances combustibles qui servent d'aliment à leurs feux; les pyrites, les bitumes, et les charbons de terre, tous les résidus des végétaux et animaux, étant les seules matières qui puissent entretenir le feu, il est de toute nécessité qu'elles se réduisent en cendres dans le foyer même du volcan, et qu'elles suivent le torrent de ses projections : aussi plusieurs observateurs, témoins oculaires des éruptions des volcans, ont très-bien reconnu les cendres projetées, et quelquefois emportées fort loin par les vents; et si, comme le dit M. de

1. Ces brèches se trouvent souvent en très-grandes masses; l'église cathédrale et la plupart des maisons de la ville du Puy en Vélay sont construites d'une brèche volcanique dont il y a de très-grands rochers à la montagne de Danis : cette brèche est quelquefois en masses irrégulières : mais pour l'ordinaire elle est posée par couches fort épaisses qui ont été produites par les éruptions de l'ancien volcan de Danis. Il y a près du château de Rochemaure des masses énormes d'une autre brèche volcanique formée par une multitude de très-petits éclats irréguliers de basalte noir, dur et sain, de quelques grains de schorl noir vitreux, le tout confondu et mêlé de fragmens d'une pierre blanchâtre, et tirant un peu sur la couleur de rose tendre.

Saint-Fond, l'on ne trouve pas de cendres autour des anciens volcans éteints, c'est uniquement parce qu'elles ont changé de nature par le laps de temps et par l'action des élémens humides.

Nous ajouterons encore ici quelques observations de M. de Saint-Fond, au sujet de la formation des pouzzolanes. Les laves poreuses se réduisent en sable et en poussière; les matières qui ont subi une forte calcination sans se fondre deviennent friables, et forment une excellente pouzzolane : la couleur en est jaunâtre, grise, noire ou rougeâtre, en raison des différentes altérations qu'a éprouvées la matière ferrugineuse qu'elles contiennent; et il ajoute que c'est uniquement à la quantité du fer contenu dans les laves et basaltes qu'on doit attribuer leur fusibilité. Cette dernière assertion me paroît trop exclusive : ce n'est pas en effet au fer, du moins au fer seul, qu'on doit attribuer la fusibilité des laves : c'est au *salin* contenu dans les cendres rejetées par le volcan qu'elles ont dû leur première vitrification, et c'est au mélange des matières vitreuses, calcaires et salines, autant et plus qu'aux parties ferrugineuses, qu'elles doivent la facilité de se fondre une seconde fois. Les laves se fondent comme nos verres factices et comme toute autre matière vitreuse mélangée de parties calcaires ou salines : et en général tout mélange et toute composition produit la fusibilité; car l'on sait que plus les matières sont pures, et plus elles sont réfractaires au feu : le quartz, le jaspe, l'argile et la craie pures y résistent également, tandis que toutes les matières mixtes s'y fondent aisément; et cette épreuve seroit le meilleur moyen de distinguer les substances simples des matières composées, si la fusibilité ne dépendoit pas encore plus de la force du feu que du mélange des matières; car, selon moi, les substances les plus simples et les plus réfractaires ne résisteroient pas à cette action du feu si l'on pouvoit l'augmenter à un degré convenable.

En comparant toutes les observations que je viens de rapporter, et donnant même aux différentes opinions des observateurs toute la valeur qu'elles peuvent avoir, il me paroît que le feu des volcans peut produire des matières assez semblables aux porphyres et granites, et dans lesquelles le feld spath, le mica et le schorl se reconnoissent sous leur forme propre; et ce fait seul une fois constaté suffiroit pour qu'on dût regarder comme plus que vraisemblable la formation du porphyre et du granite par le feu primitif, et à plus forte raison celle des matières premières dont ils sont composés.

Mais, dira-t-on, quelque sensibles que soient ces rapports, quelque plausibles que paroissent les conséquences que vous en tirez, n'avez-vous pas annoncé que la figuration de tous les minéraux n'est due qu'au travail des molécules organiques, qui, ne pouvant en pénétrer le fond, par la trop grande résistance de leur substance dure ont seulement tracé sur la superficie les premiers linéamens de l'organisation, c'est-à-dire les traits de la figuration? Or il n'y avoit point de corps organisés dans ce premier temps où le feu primitif a réduit le globe en verre; et même est-il croyable que dans ces feux de nos fourneaux ardens où nous voyons se former des cristaux, il y ait des molécules organiques qui concourent à la forme régulière qu'ils prennent? ne suffit-il pas d'admettre la puissance de l'attraction et l'exercice de sa force par les lois de l'affinité, pour concevoir que toutes les parties homogènes se réunissant, elles doivent prendre en conséquence des figures régulières, et se présenter sous différentes formes relatives à leur différente nature, telles que nous les voyons dans ces cristallisations?

Ma réponse à cette importante question est que, pour produire une forme régulière dans un solide, la puissance de l'attraction seule ne suffit pas, et que l'affinité n'étant que la même puissance d'attraction, ses lois ne peuvent varier que par la diversité de figure des particules sur lesquelles elle agit pour les réunir [1]; sans cela toute matière réduite à l'homogénéité prendroit la forme sphérique, comme la prennent les gouttes d'eau, de mercure, et de tout autre liquide, dans le temps de leur liquéfaction. Il faut donc nécessairement que tous les corps qui ont des formes régulières avec des faces et des angles reçoivent cette impression de figure de quelque autre cause que de l'affinité; il faut que chaque atome soit déjà figuré avant d'être attiré et réuni par l'affinité; et comme la figuration est le premier trait de l'organisation, et qu'après l'attraction il n'y a d'autre puissance active dans la nature que celle de la chaleur et des molécules organiques qu'elle produit, il me semble qu'on ne peut attribuer qu'à ces mêmes élémens actifs le travail de la figuration.

L'existence des molécules organiques a précédé celle des êtres organisés; elles sont

1. Voyez, dans l'histoire naturelle des quadrupèdes, l'article qui a pour titre *de la Nature, seconde vue.*

aussi anciennes que l'élément du feu ; un atome de lumiere ou de chaleur est par lui-même une molécule active, qui devient organique dès qu'elle a pénétré un autre atome de matiere. Ces molécules organiques une fois formées ne peuvent être détruites ; le feu le plus violent ne fait que les disperser sans les anéantir : nous avons prouvé que leur essence étoit inaltérable, leur existence perpétuelle, leur nombre infini, et qu'étant aussi universellement répandues que les atomes de la lumière, tout concourt à démontrer qu'elles servent également à l'organisation des animaux, des végétaux, et à la figuration des minéraux, puisqu'après avoir pris à la surface de la terre leur organisme tout entier dans l'animal et le végétal, retombant ensuite dans la masse minérale, elles réunissent tous les êtres sous la même loi, et ne font qu'un seul empire de tous les règnes de la nature.

DU SOUFRE.

La nature, indépendamment de ses hautes puissances auxquelles nous ne pouvons atteindre, et qui se déploient par des effets universels, a de plus les facultés de nos arts, qu'elle manifeste par des effets particuliers : comme nous elle sait fondre et sublimer les métaux, cristalliser les sels, tirer le vitriol et le soufre des pyrites, etc. Son mouvement plus que perpétuel, aidé de l'éternité du temps, produit, entraîne, amène toutes les révolutions, toutes les combinaisons possibles. Pour obéir aux lois établies par le souverain Être elle n'a besoin ni d'instrumens, ni d'adminicules, ni d'une main dirigée par l'intelligence humaine ; tout s'opere parce qu'à force de temps tout se rencontre, et que dans la libre étendue des espaces et dans la succession continue du mouvement toute matière est remuée, toute forme donnée, toute figure imprimée. Ainsi tout se rapproche ou s'éloigne, tout s'unit ou se fuit, tout se combine ou s'oppose, tout se produit ou se détruit par des forces relatives ou contraires, qui seules sont constantes, et, se balançant sans se nuire, animent l'univers et en font un théâtre de scènes toujours nouvelles et d'objets sans cesse renaissans.

Mais en ne considérant la nature que dans ses productions secondaires, qui sont les seules auxquelles nous puissions comparer les produits de notre art, nous la verrons encore bien au dessus de nous ; et pour ne parler que du sujet particulier dont je vais traiter dans cet article, le soufre qu'elle produit au feu de ses volcans est bien plus pur, bien mieux cristallisé, que celui dont nos plus grands chimistes ont ingénieusement trouvé la composition. C'est bien la même substance ; ce soufre artificiel et celui de la nature ne sont également que la matiere du feu rendue fixe par l'acide ; et la démonstration de cette vérité, qui ne porte que sur l'imitation par notre art d'un procédé secondaire de la nature, est néanmoins le triomphe de la chimie, et le plus beau trophée qu'elle puisse placer au haut du monument de toutes ses découvertes.

L'élément du feu, qui, dans son état de liberté, ne tend qu'à fuir, et divise toute matière à laquelle on l'applique, trouve sa prison et des liens dans cet acide qui lui-même est formé par l'intermède des autres élémens ; c'est par la combinaison de l'air et du feu que l'acide primitif a été produit ; et dans les acides secondaires les élémens de la terre et de l'eau sont tellement combinés, qu'aucune autre substance simple ou composée n'a autant d'affinité avec le feu : aussi cet élément se saisit de l'acide dès qu'il se trouve dans son état de pureté naturelle et sans eau superflue ; il forme avec lui un nouvel être qui est le soufre, uniquement composé de l'acide et du feu.

Pour voir clairement ces rapports importans, considérons d'abord le soufre tel que la nature nous l'offre au sommet de ses volcans ; il se sublime, s'attache et se cristallise contre les parois des cavernes qui surmontent tous les feux souterrains : ces chapiteaux des fournaises embrasées par le feu des pyrites sont les grands récipiens de cette matiere sublimée ; elle ne se trouve nulle part en aussi grande abondance parce que nulle part l'acide et le feu ne se rencontrent en aussi grand volume et n'agissent avec autant de puissance.

Apres la chute des eaux et la production de l'acide, la nature a d'abord renfermé une partie de la matière du feu dans les pyrites, c'est-à-dire dans les petites masses ferrugi-

neuses et minérales où l'acide vitriolique, se trouvant en quantité, a saisi cet élément du feu, et le retiendroit à perpétuité si l'action des élémens humides [1] ne survenoit pour le dégager et lui rendre sa liberté; l'humidité, en agissant sur la matière terreuse, et s'unissant en même temps à l'acide, diminue sa force, relâche peu à peu les nœuds de son union avec le feu, qui reprend sa liberté dès que ses liens sont brisés : dans cet incendie, le feu, devenu libre, emporte avec sa flamme une portion de l'acide auquel il étoit uni dans la pyrite; et cet acide pur et séparé de la terre, qui reste fixe, forme, avec la substance de la flamme, une nouvelle matière uniquement composée de feu fixé par l'acide, sans mélange de terre ni de fer, ni d'aucune autre matière.

Il y a donc une différence essentielle entre le soufre et la pyrite, quoique tous deux contiennent également la substance du feu saisie par l'acide, puisque le soufre n'est composé que de ces deux substances pures et simples, tandis qu'elles sont incorporées dans la pyrite avec une terre fixe de fer ou d'autres minéraux. Le mot de *soufre minéral*, dont on a tant abusé, devroit être banni de la physique, parce qu'il fait équivoque et présente une fausse idée; car ce soufre minéral n'est pas du soufre, mais de la pyrite : et de même toutes les substances métalliques, qu'on dit être minéralisées par le soufre, ne sont que des pyrites qui contiennent, à la vérité, les principes du soufre, mais dans lesquelles il n'est pas formé. Les pyrites martiales et cuivreuses, la galene de plomb, etc., sont autant de pyrites dans lesquelles la substance du feu et celle de l'acide se trouvent plus ou moins intimement unies aux parties fixes de ces métaux : ainsi les pyrites ont été formées par une grande opération de la nature, apres la production de l'acide et des matières combustibles, remplies de la substance du feu; et le soufre ne s'est formé que par une opération secondaire, accidentelle, et particuliere, en se sublimant avec l'acide par l'action des feux souterrains. Les charbons de terre et les bitumes, qui, comme les pyrites, contiennent de l'acide, doivent par leur combustion produire de même une grande quantité de soufre : aussi toutes les matières qui servent d'aliment au feu des volcans et à la chaleur des eaux thermales donnent également du soufre dès que, par les circonstances locales, l'acide et le feu qui l'accompagne et l'enleve peuvent être arrêtés et condensés par le refroidissement.

On abuse donc du nom de *soufre*, lorsqu'on dit que les métaux sont minéralisés par le soufre; et comme les abus vont toujours en augmentant, on a aussi donné le même nom de *soufre* à tout ce qui peut brûler. Ces applications équivoques ou fausses viennent de ce qu'il n'y avoit dans aucune langue une expression qui pût désigner le feu dans son état fixe; le *soufre* des anciens chimistes représentoit cette idée [1], le *phlogistique* la représente dans la chimie récente : et l'on n'a rien gagné à cette substitution de termes; elle n'a même fait qu'augmenter la confusion des idées, parce qu'on ne s'est pas borné à ne donner au phlogistique que les propriétés du feu fixe. Ainsi le mot ancien de *soufre*, ou le mot nouveau de *phlogistique*, dans la langue des sciences, n'auroient pas fait de mal s'ils n'eussent exprimé que l'idée nette et claire du feu dans son état fixe : cependant *feu fixe* est aussi court, aussi aisé à prononcer, que *phlogistique*; et *feu fixe* rappelle l'idée principale de l'élément du feu, et le représente tel qu'il existe dans les corps combustibles, au lieu que *phlogistique*, qu'on n'a jamais bien défini, qu'on a souvent mal appliqué, n'a fait que brouiller les idées, et rendre obscures les explications des choses les plus claires. La réduction des chaux métalliques en est un exemple frappant; car elle s'explique, s'entend aussi clairement que la précipitation, sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours, avec nos chimistes, à l'absence ou à la présence du phlogistique.

Dans la nature, et surtout dans la matière

1. L'eau seule ne décompose pas les pyrites : le long des falaises des côtes de Normandie, les bords de la mer sont jonchés de pyrites, que les pêcheurs ramassent pour en faire du vitriol.

La rivière de Marne, dans la partie de la Champagne crayeuse qu'elle arrose, est jonchée de pyrites martiales qui restent intactes tant qu'elles sont dans l'eau, mais qui s'effleurissent dès qu'elles sont exposées à l'air.

1. Le soufre des philosophes hermétiques étoit un tout autre être que le soufre commun : ils le regardoient comme le principe de la lumière, comme celui du développement des germes et de la nutrition des corps organisés; et sous ces rapports il paroît qu'ils considéroient particulièrement dans le soufre son feu fixe, indépendamment de l'acide dans lequel il se trouve engagé. Dans ce point de vue, ce n'est plus du soufre qu'il s'agit, mais du feu même, en tant que fixé dans les différens corps de la nature; il en fait l'activité, le développement, et la vie : et, en ce sens, le soufre des alchimistes peut en effet être regardé comme le principe des phénomènes de la chaleur, de la lumière, du développement, et de la nutrition des corps organisés. (*Observation communiquée par M. l'abbé Bexon.*)

brute, il n'y a d'êtres réels et primitifs que les quatre élémens; chacun de ces élémens peut se trouver en un état différent de mouvement ou de repos, de liberté ou de contrainte, d'action ou de résistance, etc. : il y auroit donc tout autant de raison de faire un nouveau mot pour l'air fixe; mais heureusement on s'en est abstenu jusqu'ici. Ne vaut-il pas mieux en effet désigner par une épithète l'état d'un élément, que de faire un être nouveau de cet état en lui donnant un nom particulier? Rien n'a plus retardé le progrès des sciences que la *logomachie*, et cette création de mots nouveaux *à demi techniques, à demi métaphysiques*, et qui dès lors ne représentent nettement ni l'effet ni la cause : j'ai même admiré la justesse de discernement des anciens; ils ont appelé *pyrites* les matières minérales qui contiennent en abondance la substance du feu : avons-nous eu raison de substituer à ce nom celui de *soufre*, puisque les minerais ne sont en effet que des pyrites? Et de même les anciens chimistes ont entendu par le mot de *soufre* la matière du feu contenue dans les huiles, les résines, les esprits ardens, et dans tous les corps des animaux et des végétaux, ainsi que dans la substance des minéraux : avons-nous aujourd'hui raison de lui substituer celui de *phlogistique?* Le mieux eût été de n'adopter ni l'un ni l'autre : aussi n'ai-je employé dans le cours de cet ouvrage que l'expression de *feu fixe* au lieu de *phlogistique*, comme je n'emploie ici que celle de *pyrite* au lieu de *soufre minéral*.

Au reste, si l'on veut distinguer l'idée du feu fixe de celle du phlogistique, il faudra, comme je l'ai dit, appeler *phlogistique* le feu qui, d'abord étant fixé dans les corps, est en même temps animé par l'air et peut en être séparé, et laisser le nom de *feu fixe* à la matière propre du feu fixé dans ces mêmes corps, et qui, sans l'adminicule de l'air auquel il se réunit, ne pourroit s'en dégager.

Le feu fixe est toujours combiné avec l'air fixe, et tous deux sont les principes inflammables de toutes les substances combustibles : c'est en raison de la quantité de ces air et feu fixes qu'elles sont plus ou moins inflammables. Le soufre, qui n'est composé que d'acide pur et de feu fixe, brûle en entier et ne laisse aucun résidu après son inflammation; les autres substances, qui sont mêlées de terres ou de parties fixes, laissent toutes des cendres ou des résidus charbonneux après leur combustion; et en général toute inflammation, toute combustion n'est que la mise en liberté, par le concours de l'air, du feu fixe contenu dans les corps; et c'est alors que ce feu animé par l'air devient *phlogistique :* or le feu libre, l'air et l'eau, peuvent également rendre la liberté au feu fixe contenu dans les pyrites; et comme, au moment qu'il est libre, le feu reprend sa volatilité, il emporte avec lui l'acide auquel il est uni, et forme du soufre par la seule condensation de cette vapeur.

On peut faire du soufre par la fusion ou par la sublimation : il faut pour cela choisir les pyrites qu'on a nommées *sulfureuses*, et qui contiennent la plus grande quantité de feu fixe et d'acide, avec la moindre quantité de fer, cuivre, ou de toute autre matière fixe; et selon qu'on veut extraire une grande ou petite quantité de soufre, on emploie différens moyens, qui néanmoins se réduisent tous à donner du soufre par fusion ou par sublimation.

Cette substance tirée des pyrites par notre art est absolument semblable à celle du soufre que la nature produit par l'action de ses feux souterrains; sa couleur est d'un jaune citrin; son odeur est désagréable, et plus forte lorsqu'il est frotté ou échauffé; il est électrique comme l'ambre ou la résine; sa saveur n'est insipide que parce que le principe aqueux de son acide y étant absorbé par l'excès du feu, il n'a aucune affinité avec la salive, et qu'en général il n'a pas plus d'action sur les matières aqueuses qu'elles n'en ont sur lui; sa densité est à peu près égale à celle de la pierre calcaire [1]; il est cassant, presque friable, et se pulvérise aisément; il ne s'altère pas par l'impression des élémens humides, et même l'action du feu ne le décompose pas lorsqu'il est en vaisseaux clos, et privé de l'air nécessaire à toute inflammation. Il se sublime sous sa même forme, au haut du vaisseau clos, en petits cristaux auxquels on a donné le nom de *fleurs de soufre ;* celui qu'on obtient par la fusion se cristallise de même en le laissant refroidir très-lentement : ces cristaux sont ordinairement en aiguilles; et cette forme aiguillée, propre au soufre, se voit dans les pyrites et dans presque tous les minéraux où le feu fixe et l'acide se trouvent combinés en grande quantité avec le métal : il se cristallise aussi en octaèdre dans les grands soupiraux des volcans.

1. Le soufre volatil pèse environ cent quarante-deux livres le pied cube, et le soufre en canon cent trente-neuf à cent quarante livres.

Le degré de chaleur nécessaire pour fondre le soufre ne suffit pas pour l'enflammer : il faut, pour qu'il s'allume, porter de la flamme à sa surface; et dès qu'il aura reçu l'inflammation, il continuera de brûler. Sa flamme est légère et bleuâtre, et ne peut même communiquer l'inflammation aux autres matières combustibles que quand on donne plus d'activité à la combustion du soufre en augmentant le degré du feu : alors sa flamme devient plus lumineuse, plus intense, et peut enflammer les matières sèches et combustibles. Cette flamme du soufre, quelque intense qu'elle puisse être, n'en est pas moins pure; elle est ardente dans toute sa substance; elle n'est accompagnée d'aucune fumée, et ne produit point de suie : mais elle répand une vapeur suffocante qui n'est que celle de l'acide encore combiné avec le feu fixe, et à laquelle on a donné le nom d'*acide sulfureux*. Au reste, plus lentement on fait brûler le soufre, plus la vapeur est suffocante, et plus l'acide qu'elle contient devient pénétrant : c'est, comme l'on sait, avec cet acide sulfureux qu'on blanchit les étoffes, les plumes, et les autres substances animales.

L'acide que le feu libre emporte ne s'élève avec lui qu'à une certaine hauteur; car dès qu'il est frappé par l'humidité de l'air, qui se combine avec l'acide, le feu est forcé de fuir; il quitte l'acide et s'exhale tout seul : cet acide dégagé dans la combustion du soufre est du pur acide vitriolique. « Si l'on veut le recueillir au moment que le feu l'abandonne, il ne faut que placer un chapiteau au dessus du vase, avec la précaution de le tenir assez éloigné pour permettre l'action de l'air, qui doit entretenir la combustion, et de porter dans l'intérieur du chapiteau une certaine humidité par la vapeur de l'eau chaude; on trouvera dans le récipient ajusté au bec du chapiteau l'acide vitriolique connu sous le nom d'*esprit de vitriol*, c'est-à-dire un acide peu concentré, et considérablement affoibli par l'eau. » On concentre cet acide et on le rend pur en le distillant. « L'eau, comme plus volatile, s'élève la premiere et emporte un peu d'acide; plus on réitère la distillation, plus il y a de déchet, mais aussi plus l'acide qui reste se concentre; et ce n'est que par ce moyen qu'on peut lui donner toute sa force et le rendre tout-à-fait pur [1]. » Au reste, on a imaginé depuis peu le moyen d'effectuer dans des vaisseaux clos la combustion du soufre; il suffit pour cela d'y joindre un peu de nitre, qui fournit l'air nécessaire à cette combustion; et d'après ce principe on a construit des appareils de vaisseaux clos, pour tirer l'esprit de vitriol en grand, sans danger et sans perte : c'est ainsi qu'on y procède actuellement dans plusieurs manufactures [2], et spécialement dans la belle fabrique de sels minéraux établie à Javelle sous le nom et les auspices de monseigneur le comte d'Artois.

L'eau ne dissout point le soufre et ne fait même aucune impression à sa surface; cependant si l'on verse du soufre en fusion dans de l'eau, elle se mêle avec lui, et il reste mou tant qu'on ne le fait pas sécher à l'air : il reprend sa solidité et toute sa sécheresse dès que l'eau dont il s'est humecté par force, et avec laquelle il n'a que peu ou point d'adhérence, est enlevée par l'évaporation.

Voilà sur la composition de la substance du soufre et sur ses principales propriétés ce que nos plus habiles chimistes ont reconnu et nous représentent comme choses incontestables et certaines; cependant elles ont besoin d'être modifiées, et surtout de n'être pas prises dans un sens absolu, si l'on veut s'approcher de la vérité en se rapprochant des faits réels de la nature. Le soufre, quoique entièrement composé de feu fixe et d'acide, n'en contient pas moins les quatre élémens, puisque l'eau, la terre, et l'air, se trouvent unis dans l'acide vitriolique, et que le feu même ne se fixe que par l'intermède de l'air.

Le phlogistique n'est pas, comme on l'assure, une substance simple, identique, et toujours la même dans tous les corps, puisque la matière du feu y est toujours unie à celle de l'air, et que, sans le concours de ce second élément, le feu fixe ne pourroit ni se dégager ni s'enflammer. On sait que l'air fixe prend souvent la place du feu fixe en s'emparant des matières que celui-ci quitte, que l'air est même le seul intermède par lequel on puisse dégager le feu fixe, qui alors devient le phlogistique : ainsi le soufre, indépendamment de l'air fixe qui est entré dans sa composition, se charge encore de nouvel air dans son état de fusion; cet air fixe s'unit à l'acide; la vapeur

1. *Élémens de Chimie*, par M. de Morveau, t. II, p. 22.

2. C'est à Rouen que l'on a commencé à faire de l'huile de vitriol en grand par le soufre; il s'en fait annuellement dans cette ville et dans les environs quatorze cents milliers : on en fait à Lyon sans intermède du salpêtre. (*Note communiquée par M. de Grignon.*)

même du soufre fixe l'air et l'absorbe; et enfin le soufre, quoique contenant le feu fixe en plus grande quantité que toutes les autres substances combustibles, ne peut s'enflammer comme elles et continuer à brûler que par le concours de l'air.

En comparant la combustion du soufre à celle du phosphore, on voit que, dans le soufre, l'air fixe prend la place du feu à mesure qu'il se dégage et s'exhale en flamme, et que, dans le phosphore, c'est l'air fixe qui se dégage le premier, et laisse le feu fixe reprendre sa liberté : cet effet s'opère sans le secours extérieur du feu libre et par le seul contact de l'air; et dans toute matière où il se trouve des acides, l'air s'unit avec eux, et se fixe encore plus aisément que le feu même dans les substances les plus combustibles.

Dans les explications chimiques on attribue tous les effets au phlogistique, c'est-à-dire au feu fixe seul, tandis qu'il n'est jamais seul, et que l'air fixe est très-souvent la cause immédiate ou médiate de l'effet. Heureusement que, dans ces dernières années, d'habiles physiciens, ayant suivi les traces du docteur Hales, ont fait entrer cet élément dans l'explication de plusieurs phénomènes, et ont démontré que l'air se fixoit en s'unissant à tous les acides; en sorte qu'il contribue, presque aussi essentiellement que le feu, non seulement à toute combustion, mais même à toute calcination, soit à chaud, soit à froid.

J'ai démontré que la combustion et la calcination sont deux effets du même ordre, deux produits des mêmes causes; et lorsque la calcination se fait à froid, comme celle de la céruse par l'acide de l'air, c'est que cet acide contient lui-même une assez grande quantité de feu fixe pour produire une petite combustion intérieure, qui s'annonce par la calcination, de la même maniere que la combustion intérieure des pyrites humectées se manifeste par l'inflammation.

On ne doit donc pas supposer, avec Stahl et tous les autres chimistes, que le soufre n'est composé que de phlogistique et d'acide, à moins qu'ils ne conviennent avec moi que le phlogistique n'est pas une substance simple, mais composée de feu et d'air, tous deux fixes; que de plus ce phlogistique ne peut pas être identique et toujours le même, puisque l'air et le feu s'y trouvent combinés en différentes proportions et dans un état de fixité plus ou moins constant : et de même on ne doit pas prononcer dans un sens absolu que le soufre, uniquement composé d'acide et de phlogistique, ne contient point d'eau, puisque l'acide vitriolique en contient, et qu'il a même avec cet élément assez d'affinité pour s'en saisir avidement.

L'eau, l'air, et le feu, peuvent également se fixer dans les corps, et l'on sera forcé, pour exposer au vrai leur composition, d'admettre une eau fixe, comme l'on a été obligé d'admettre un air fixe après avoir admis le feu fixe, et de même on sera conduit, par des réflexions fondées, et par des observations ultérieures, à ne pas regarder l'élément de la terre comme absolument fixe, et on ne conclura pas, d'après l'idée que *toute terre est fixe*, qu'il n'existe point de terre dans le soufre, parce qu'il ne donne ni suie ni résidu après sa combustion : cela prouve seulement que la terre du soufre est volatile, comme celle du mercure, de l'arsenic, et de plusieurs autres substances.

Rien ne détourne plus de la route qu'on doit suivre dans la recherche de la vérité, que ces principes secondaires dont on fait de petits axiomes absolus, par lesquels on donne l'exclusion à tout ce qui n'y est pas compris : assurer que le soufre ne contient que le feu fixe et l'acide vitriolique, ce n'est pas en exclure l'eau, l'air, et la terre, puisque, dans la réalité, ces trois élémens s'y trouvent comme celui du feu.

Après ces réflexions, qui serviront de préservatif contre l'extension qu'on pourroit donner à ce que nous avons dit et à ce que nous dirons encore sur la nature du soufre, nous pourrons suivre les travaux de nos savans chimistes, et présenter les découvertes qu'ils ont faites sur ses autres propriétés. Ils ont trouvé moyen de faire du soufre artificiel semblable au soufre naturel, en combinant l'acide vitriolique avec le phlogistique ou feu fixe animé par l'air; ils ont observé que le soufre, qui dissout toutes les matieres métalliques, à l'exception de l'or et du zinc, n'attaque point les pierres ni les autres matières terreuses, mais qu'étant uni à l'alcali, il devient, pour ainsi dire, le dissolvant général de toutes matieres : l'or même ne lui résiste pas [1]; le zinc seul se refuse à toute combinaison avec le foie de soufre.

Les acides n'ont sur le soufre guère plus d'action que l'eau; mais tous les alcalis fixes ou volatils et les matieres calcaires l'atta-

1. Selon Stahl, ce fut au moyen du foie de soufre que Moïse réduisit en poudre le veau d'or, suivant les paroles de l'*Exode*, chap. 32, vers. 20 : « Tulit vitulum quem fecerant, et combussit igne, contrivitque donec in pulverem redegit; postea sparsit in superficiem aquarum, et potavit filios Israel. » Voyez son Traité intitulé *Vitulus aureus igne combustus*.

quent, le dissolvent, et le rendent dissoluble dans l'eau. On a donné le nom de *foie de soufre* au composé artificiel du soufre et de l'alcali ; mais ici, comme en tout le reste, notre art se trouve non seulement devancé, mais surpassé par la nature. Le foie de soufre est en effet une de ces combinaisons générales qu'elle a produites et produit même le plus continuellement et le plus universellement ; car dans tous les lieux où l'acide vitriolique se rencontre avec les détrimens des substances organisées, dont la putréfaction développe et fournit à la fois l'alcali et le phlogistique, il se forme du foie de soufre : on en trouve dans tous les cloaques, dans les terres des cimetières et des voiries, au fond des eaux croupies, dans les terres et pierres plâtreuses, etc. ; et la formation de ce composé des principes du soufre unis à l'alcali nous offre la production du soufre même sous un nouveau point de vue.

En effet, la nature le produit non seulement par le moyen du feu au sommet des volcans et des autres fournaises souterraines, mais elle en forme incessamment par les effervescences particulieres de toutes les matieres qui en contiennent les principes. L'humidité est la premiere cause de cette effervescence : ainsi l'eau contribue, quoique d'une maniere moins apparente et plus sourde, plus que le feu peut-être, à la production et au développement des principes du soufre ; et ce soufre, produit par la voie humide, est de la même essence que le soufre produit par le feu des volcans, parce que la cause de leurs productions, quoique si différente en apparence, ne laisse pas d'être au fond la même. C'est toujours le feu qui s'unit à l'acide vitriolique, soit par l'inflammation des matières pyriteuses, soit par leur effervescence occasionnée par l'humidité ; car cette effervescence n'a pour cause que le feu renfermé dans l'acide, dont l'action lente et continue équivaut ici à l'action vive et brusque de la combustion et de l'inflammation.

Ainsi le soufre se produit sous nos yeux en une infinité d'endroits où jamais les feux souterrains n'ont agi [1] ; et non seulement nous trouvons ce soufre tout formé partout où se sont décomposés les débris des substances du règne animal et végétal, mais nous sommes forcés d'en reconnoître la présence dans tous les lieux où se manifeste celle du foie de soufre, c'est-à-dire dans une infinité de substances minérales qui ne portent aucune empreinte de l'action des feux souterrains.

Le foie de soufre répand une odeur très-fétide, et par laquelle on ne peut manquer de le reconnoître ; son action n'est pas moins sensible sur une infinité de substances, et seul il fait autant et peut-être plus de dissolutions, de changemens, et d'altérations dans le regne minéral que tous les acides ensemble. C'est par ce foie de soufre naturel, c'est-à-dire par le mélange de la décomposition des pyrites et des matières alcalines, que s'opère souvent la minéralisation des métaux. Il se mêle aussi aux substances terreuses et aux pierres calcaires : plusieurs de ces substances annoncent par leur odeur fétide la présence du foie de soufre ; cependant les chimistes ignorent encore comment il agit sur elles.

Le foie de soufre, ou sa seule vapeur, noircit et altère l'argent ; il précipite en noir tous les métaux blancs, il agit sur toutes les substances métalliques par la voie humide comme par la voie sèche ; lorsqu'il est en liqueur et qu'on y plonge des lames d'argent, il les noircit d'abord et les rend bientôt aigres et cassantes ; il convertit en un instant le mercure en éthiops, et la chaux de plomb en galène ; il ternit sensiblement l'étain, il rouille le fer. Mais on n'a pas assez suivi l'ordre de ses combinaisons, soit avec les métaux, soit avec les terres ; on sait seulement qu'il attaque le cuivre, et l'on n'a point examiné la composition qui résulte de leur union : on ne connoît pas mieux l'état dans lequel il réduit le fer par la voie sèche, on ignore quelle est son action sur les demi-métaux, et quels peuvent être les résultats de son mélange avec les matières calcaires par la voie humide comme par la voie sèche : néanmoins ces connoissances, que la chimie auroit dû nous donner, seroient nécessaires pour reconnoître clairement l'action du foie de soufre dans le sein de la terre, et ses différentes influences sur les substances tant métalliques que terreuses. On connoît mieux son action sur les substances animales et végétales ; il dissout le charbon même par la voie humide, et cette dissolution est de couleur verte.

La nature a de tout temps produit et produit encore tous les jours du foie de soufre par la voie humide : la seule chaleur de la

1. On trouve en Franche-Comté des géodes sulfureuses qui contiennent un soufre tout formé, et produit, suivant toute apparence, par l'efflorescence des pyrites dans des lieux où elles auront en même temps éprouvé la chaleur de la putréfaction ou de la fermentation.

température de l'air ou de l'intérieur de la terre suffit pour que l'eau se corrompe, surtout l'eau qui se trouve chargée d'acide vitriolique, et cette eau putréfiée produit du vrai foie de soufre : toute autre putréfaction, soit des animaux ou des végétaux, donnera de même du foie de soufre dès qu'elle se trouvera combinée avec les sels vitrioliques. Ainsi le foie de soufre est une matière presque aussi commune que le soufre même; ses effets sont aussi plus fréquens, plus nombreux que ceux du soufre, qui ne peut se mêler avec l'eau qu'au moyen de l'alcali, c'est-à-dire en devenant foie de soufre.

Au reste, cette matière se décompose aussi facilement qu'elle se compose, et tout foie de soufre fournira du soufre en le mêlant avec un acide, qui, s'emparant des matieres alcalines, en séparera le soufre et le laissera précipiter. On a seulement observé que ce soufre précipité par les acides minéraux est blanc, et que celui qui est précipité par les acides végétaux, et particulièrement par l'acide du vinaigre, est d'un jaune presque orangé.

On sépare le soufre de toutes les substances métalliques et de toutes les matières pyriteuses par la simple torréfaction : l'arsenic et le mercure sont les seuls qui, étant plus volatils que le soufre, se subliment avec lui, et ne peuvent en être séparés par cette opération, qu'il faut modifier et faire alors en vaisseaux clos avec des précautions particulières.

L'huile paroît dissoudre le soufre comme l'eau dissout les sels; les huiles grasses et par expression agissent plus promptement et plus puissamment que les huiles essentielles, qui ne peuvent le dissoudre qu'avec le secours d'une chaleur assez forte pour le fondre; et malgré cette affinité très-apparente du soufre avec les huiles, l'analyse chimique a démontré qu'il n'y a point d'huile dans la substance du soufre, et que dans aucune huile végétale ou animale il n'y a point d'acide vitriolique ; mais lorsque cet acide se mêle avec les huiles, il forme les bitumes; et comme les charbons de terre et les bitumes en général sont les principaux alimens des feux souterrains, il est évident qu'étant décomposés par l'embrasement produit par les pyrites, l'acide vitriolique des pyrites et des bitumes s'unit à la substance du feu, et produit le soufre qui se sublime, se condense, et s'attache au haut de ces fournaises souterraines.

Nous donnerons ici une courte indication des différens lieux de la terre où l'on trouve du soufre en plus grande quantité et de plus belle qualité [1].

L'Islande est peut-être la contrée de l'univers où il y en a le plus, parce que cette île n'est pour ainsi dire qu'un faisceau de volcans. Le soufre des volcans de Kamtschatka; celui du Japon, de Ceylan, de Mindanao, de l'île *Jerun*, à l'entrée du golfe Persique; et dans les mers occidentales celui du Pic-de-Ténériffe, de Saint-Domingue, etc., sont également connus des voyageurs. Il se trouve aussi beaucoup de soufre au Chili, et encore plus dans les montagnes du Pérou, comme dans presque toutes les montagnes à volcan. Le soufre de Quito et celui de la Guadeloupe passent pour être les plus purs, et l'on en voit des morceaux si beaux et si transparens qu'on les prendroit, au premier coup d'œil, pour de bel ambre jaune. Celui qui se recueille sur le Vésuve et sur l'Etna est rarement pur. Il en est de même du soufre que certaines eaux thermales, comme celles d'Aix-la-Chapelle et de plusieurs sources en Pologne, déposent en assez grande quantité : il faut purifier tous ces soufres, qui sont mélangés de parties hétérogènes, en les faisant fondre et sublimer pour les séparer de tout ce qu'ils ont d'impur.

Presque tout le soufre qui est dans le commerce vient des volcans, des solfatares, et autres cavernes et grottes qui se trouvent ou se sont trouvées au dessus des feux souterrains ; et ce n'est guère que dans ces lieux que le soufre se présente en abondance et tout formé ; mais ses principes existent en bien d'autres endroits; et l'on peut même dire qu'ils sont universellement répandus dans la nature, et produits partout où l'acide vitriolique, rencontrant les débris des substances organisées, s'est saisi et surchargé de leur feu fixe, et n'attend qu'une dernière action de cet élément pour se dégager des masses terreuses ou métalliques dans lesquelles il se trouve comme enseveli et em-

1. Le passage suivant de Pline indique quelques-uns des lieux d'où les anciens tiroient le soufre, et prouve que dès lors le territoire de Naples étoit tout volcanique. « Mira, dit-il, sulphuris natura, « quo plurima domantur : nascitur in insulis Æoliis « inter Siciliam et Italiam, quas ardere diximus; « sed nobilissimum in Melo insula. In Italia quoque « invenitur, in Neapolitano Campanoque agro, col- « libus qui vocantur *Leucogæi*. Ibi è cuniculis ef- « fossum perficitur igni. Genera quatuor; vivum, « quod Græci *apyron* vocant, nascitur solidum, hoc « est gleba ... vivum effoditur, translucetque, et « viret. Alterum genus appellant *glebam*, fullonum « tantum officinis familiare.... *egula* vocatur hoc « genus. Quarto autem ad ellychnia maxime confi- « cienda. »

prisonné. C'est ainsi que les principes du soufre existent dans les pyrites, et que le soufre se forme par leur combustion; et partout où il y a des pyrites on peut former du soufre; mais ce n'est que dans les contrées où les matières combustibles, bois ou charbons de terre, sont abondantes qu'on trouve quelque bénéfice à tirer le soufre des pyrites. On ne fait ce travail en grand que dans quelques endroits de l'Allemagne et de la Suède, où les mines de cuivre se présentent sous la forme de pyrites; on est forcé de les griller plusieurs fois pour en faire exhaler le soufre que l'on recueille comme le premier produit de ces mines. Le point essentiel de cette partie de l'exploitation des mines de cuivre est d'empêcher l'inflammation du soufre en même temps qu'on détermine son écoulement dans les bassins pour l'y recueillir; cependant il est encore alors impur et mélangé, et ce n'est que du *soufre brut* qu'il faut purifier en le séparant des parties terreuses ou métalliques qui lui restent unies. On procède à cette purification en faisant fondre ce soufre brut dans de grands vases à un feu modéré; les parties terreuses se précipitent, et le soufre pur surnage : alors on le verse dans des moules ou lingotières, dans lesquelles il prend la forme de canons ou de pains, sous laquelle on le connoît dans le commerce; mais ce soufre, quoique déjà séparé de la plus grande partie de ses impuretés, n'est ni transparent ni aussi pur que celui qui se trouve formé en cristaux sur la plupart des volcans. Ce soufre cristallisé doit sa transparence et sa grande pureté à la sublimation qui s'en est faite dans ces volcans; et, par la même raison, le soufre artificiel le plus pur, ou ce que l'on appelle *fleur de soufre*, n'est autre chose que du soufre sublimé en vaisseaux clos, et qui se présente en poudre ou fleur très-pure, qui est un amas de petits cristaux aiguillés et très-fins, que l'œil, aidé de la loupe, y distingue.

DES SELS.

Les matières salines sont celles qui ont de la saveur. Mais d'où leur vient cette propriété qui nous est si sensible, et qui affecte les sens du goût, de l'odorat, et même celui du toucher? quel est ce principe salin? comment et quand a-t-il été formé? il étoit certainement contenu et relégué dans l'atmosphère, avec toutes les autres matières volatiles, dans le temps de l'incandescence du globe; mais, après la chute des eaux et la dépuration de l'atmosphère, la première combinaison qui s'est faite dans cette sphère encore ardente a été celle de l'union de l'air et du feu; cette union a produit l'acide primitif : toutes les matières aqueuses, terreuses, ou métalliques, avec lesquelles cet acide a pu se combiner, sont devenues des substances salines; et comme cet acide s'est formé par la seule union de l'air avec le feu, il me paroit que ce premier acide, le plus simple et le plus pur de tous, est l'acide aérien, auquel les chimistes récens ont donné le nom d'*acide méphitique*, qui n'est que de l'air fixe, c'est-à-dire de l'air fixé par le feu.

Cet acide primitif est le premier principe salin; il a produit tous les autres acides et alcalis; il n'a pu se combiner d'abord qu'avec les verres primitifs, puisque les autres matières n'existoient pas encore; par son union avec cette terre vitrifiée il a pris plus de masse et acquis plus de puissance, et il est devenu *acide vitriolique*, qui, étant plus fixe et plus fort, s'est incorporé avec toutes les substances qu'il a pu pénétrer. L'acide aérien, plus volatil, se trouve universellement répandu, et l'acide vitriolique réside principalement dans les argiles et autres détrimens des verres primitifs; il s'y manifeste sous la forme d'alun : ce second acide a aussi saisi dans quelques lieux les substances calcaires, et a formé les gypses; il a saisi la plupart des minéraux métalliques, et leur a causé de grandes altérations; il en a pour ainsi dire converti quelques-uns dans sa propre substance, en leur donnant la forme du vitriol.

En second lieu, l'acide primitif, que je désignerai dorénavant par le nom d'*acide aérien*, s'est uni avec les matières métalliques qui, comme les plus pesantes, sont tombées les premières sur le globe vitrifié; et en agissant sur ces minerais métalliques, il a formé l'acide arsenical ou l'arsenic, qui, ayant encore plus de masse que le vitriolique, a aussi plus de force, et de tous est

le plus corrosif; il se présente dans la plupart des mines dont il a minéralisé et corrompu les substances.

Ensuite, mais plusieurs siècles après, cet acide primitif, en s'unissant à la matiere calcaire, a formé l'*acide marin*, qui est moins fixe et plus léger que l'acide vitriolique, et qui, par cette raison, s'est plus universellement répandu, et se présente sous la forme de sel gemme dans le sein de la terre, et sous celle de sel marin dans l'eau de toutes les mers : cet acide marin n'a pu se former qu'apres la naissance des coquillages, puisque la matière calcaire n'existoit pas auparavant.

Peu de temps après, ce même acide aérien et primitif est entré dans la composition de tous les corps organisés; et se combinant avec leurs principes, il a formé, par la fermentation, les acides animaux et végétaux, et l'*acide nitreux* par la putréfaction de leurs détrimens; car il est certain que cet acide aérien existe dans toutes les substances animales ou végétales, puisqu'il s'y manifeste sous sa forme primitive d'air fixe; et comme on peut le retirer sous cette même forme tant de l'acide nitreux que des acides vitriolique et marin, et même de l'arsenic, on ne peut douter qu'il ne fasse partie constituante de tous ces acides, qui ne sont que secondaires, et qui, comme l'on voit, ne sont pas simples, mais composés de cet acide primitif différemment combiné, tant avec la matiere brute qu'avec les substances organisées.

Cet acide primitif réside dans l'atmosphère et y réside en grande quantité sous sa forme active; il est le principe et la cause de toutes les impressions qu'on attribue aux élémens humides; il produit la rouille du fer, le vert-de-gris du cuivre, la céruse du plomb, etc., par l'action qu'il donne à l'humidité de l'air : mêlé avec les eaux pures, il les rend acides ou acidules; il aigrit les liqueurs fermentées; avec le vin il forme le vinaigre : enfin il me paroît être le seul et vrai principe non seulement de tous les acides, mais de tous les alcalis, tant minéraux que végétaux et animaux.

On peut le retirer du *natron*, ou alcali qu'on appelle *minéral*, ainsi que de l'alcali fixe végétal, et encore plus abondamment de l'alcali volatil, en sorte qu'on doit réduire tous les acides et tous les alcalis à un seul principe salin; et ce principe est l'acide aérien, qui a été le premier formé, et qui est le plus simple, le plus pur de tous, et le plus universellement répandu : cela me paroît d'autant plus vrai que nous pouvons, par notre art, rappeler à cet acide tous les autres acides, ou du moins les rapprocher de sa nature, en les dépouillant, par des opérations appropriées, de toutes les matières étrangères avec lesquelles ils se trouvent combinés dans ces sels; et que de même il n'est pas impossible de ramener les alcalis à l'état d'acide en les séparant des substances animales et végétales, avec lesquelles tout alcali se trouve toujours uni; car quoique la chimie ne soit pas encore parvenue à faire cette conversion ou ces réductions, elle en a assez fait pour qu'on puisse juger par analogie de leur possibilité. Le plus ingénieux des chimistes, le célebre Stahl, a regardé l'acide vitriolique comme l'acide universel, et comme le seul principe salin; c'est la premiere idée d'après laquelle il a voulu établir sa théorie des sels : il a jugé que quoique la chimie n'ait pu jusqu'à ce jour ramener démonstrativement les alcalis à l'acide, c'est-à-dire résoudre ce que la nature a combiné, il ne fallait s'en prendre qu'à l'impuissance de nos moyens. Rien n'est mieux vu; ce grand chimiste a ici consulté la simplicité de la nature : il a senti qu'il n'y avoit qu'un principe salin; et comme l'acide vitriolique est le plus puissant des acides, il s'est cru fondé à le regarder comme l'acide primitif. C'étoit ce qu'il pouvoit penser de mieux dans un temps où on n'avoit que des idées confuses de l'acide aérien, qui est non seulement plus simple, mais plus universel que l'acide vitriolique; mais lorsque cet habile homme a prétendu que son acide universel et primitif n'est composé que *de terre et d'eau*, il n'a fait que mettre en avant une supposition dénuée de preuves et contraire à tous les phénomènes, puisque de fait l'air et le feu entrent peut-être plus que la terre et l'eau dans la substance de tout acide, et que ces deux élémens constituent seuls l'essence de l'acide primitif.

Des quatre élémens qui sont les vrais principes de tous les corps, le feu est seul actif; et lorsque l'air, la terre et l'eau, exercent quelque impression, ils n'agissent que par le feu qu'ils renferment, et qui seul peut leur donner une puissance active : l'air surtout, dont l'essence est plus voisine de celle du feu que celle des deux derniers élémens, est aussi plus actif. L'atmosphère est le réceptacle général de toutes les matières volatiles; c'est aussi le grand magasin de l'acide primitif; et d'ailleurs tout acide considéré en lui-même, surtout lorsqu'il est concentré, c'est-à-dire séparé, autant qu'il est possible,

de l'eau et de la terre, nous présente les propriétés du feu animé par l'air : la corrosion par les acides minéraux n'est-elle pas une espèce de brûlure? la saveur acide, amère ou âcre de tous les sels, n'est-elle pas un indice certain de la présence et de l'action d'un feu qui se développe dès qu'il peut, avec l'air, se dégager de la base aqueuse ou terreuse à laquelle il est uni? et cette saveur, qui n'est que la mise en liberté de l'air et du feu, ne s'opère-t-elle que par le contact de l'eau et de toute matière aqueuse, telle que la salive, et même par l'humidité de la peau? Les sels ne sont donc corrosifs, et même sapides, que par le feu et l'air qu'ils contiennent. Cette vérité peut se démontrer encore par la grande chaleur que produisent tous les acides minéraux dans leur mélange avec l'eau, ainsi que par leur résistance à l'action de la forte gelée. La présence du feu et de l'air dans le principe salin me paroît donc très-évidemment démontrée par les effets, quand même on regarderoit avec Stahl l'acide vitriolique comme l'acide primitif et le premier principe salin; car l'air s'en dégage en même temps que le feu par l'intermède de l'eau, comme dans la pyrite, et cette action de l'humidité produit non seulement de la chaleur, mais une espèce de flamme intérieure et de feu réellement actif, qui brûle en corrodant toutes les substances auxquelles l'acide peut s'unir; et ce n'est que par le moyen de l'air que le feu contracte cette union avec l'eau.

L'acide aérien altère aussi tous les sucs extraits des végétaux ; il produit le vinaigre et le tartre ; il forme dans les animaux l'acide auquel on a donné le nom d'*acide phosphorique*. Ces acides des végétaux et des animaux, ainsi que tous ceux qu'on pourroit regarder comme intermédiaires, tels que l'acide des citrons, des grenades, de l'oseille, et ceux des fourmis, de la moutarde, etc., tirent également leur origine de l'acide aérien modifié dans chacune de ces substances par la fermentation, ou par le mélange d'une plus ou moins grande quantité d'huile; et même les substances dont la saveur est douce, telles que le sucre, le miel, le lait, etc., ne diffèrent de celles qui sont aigres et piquantes, comme les citrons, le vinaigre, etc., que par la quantité et la qualité du mucilage et de l'huile qui enveloppe l'acide; car leur principe salin est le même; et toutes leurs saveurs, quoique si différentes, doivent se rapporter à l'acide primitif, et à son union avec l'eau, l'huile, et la terre mucilagineuse des substances animales et végétales.

On adoucit tous les acides, et même l'acide vitriolique, en les mêlant aux substances huileuses, et particulièrement à l'esprit-de-vin; et c'est dans cet état huileux, mucilagineux, et doux, que l'acide aérien se trouve dans plusieurs substances végétales, et dans les fruits dont l'acidité ou la saveur plus douce ne dépend que de la quantité d'eau, d'huile et de terre atténuée et mucilagineuse dans lesquelles cet acide se trouve combiné. L'acide animal appartient aux végétaux comme aux animaux; car on le tire de la moutarde et de plusieurs autres plantes, aussi bien que des insectes et autres animaux : on doit donc en inférer que les acides animaux et les acides végétaux sont les mêmes, et qu'ils ne diffèrent que par la quantité et la qualité des matières avec lesquelles ils sont mêlés ; et en les examinant en particulier, on verra bien que le vinaigre, par exemple, et le tartre étant tous deux des produits du vin, leurs acides ne peuvent différer essentiellement; la fermentation a seulement plus développé celui du vinaigre, et l'a même rendu volatil et presque spiritueux. Ainsi tous les acides des animaux ou des végétaux, et même les acerbes, qui ne sont que des acides mêlés d'une huile amère, tirent leur première origine de l'acide aérien.

Les acides minéraux sont beaucoup plus forts que les acides animaux et végétaux. « Ces derniers acides, dit M. Macquer, retiennent toujours de l'huile, *au lieu que les acides minéraux n'en contiennent point du tout.* » Il me semble que cette dernière assertion doit être interprétée; car il faut reconnoître que si les acides minéraux, dans leur état de pureté, ne contiennent aucune huile, ils peuvent, en passant à l'état de sel, par leur union avec diverses terres, se charger en même temps de parties huileuses; et en effet la matière grasse des sels dans les *eaux-mères* paroît être une substance huileuse, puisqu'elle se réduit à l'état charbonneux par la combustion. Les sels minéraux contiennent donc une huile qui paroît leur être essentielle; et celle qui se trouve de plus dans les acides tirés des animaux et des végétaux ne leur est qu'accessoire. C'est probablement par l'affinité de cette matière grasse avec les huiles végétales et les graisses animales, que l'acide minéral peut se combiner dans les végétaux et dans les animaux.

Les acides et les alcalis sont des principes salins, mais ne sont pas des sels : on ne les trouve nulle part dans leur état pur

et simple, et ce n'est que quand ils sont unis à quelque matière qui puisse leur servir de base, qu'ils prennent la forme de sel, et qu'ils doivent en porter le nom; cependant les chimistes les ont appelés *sels simples*, et ils ont nommé *sels neutres* les vrais sels. Je n'ai pas cru devoir employer cette dénomination, parce qu'elle n'est ni nécessaire ni précise; car si l'on appelle *sel neutre* tout sel dont la base est une et simple, il faudra donner le nom d'*hépar* aux sels dont la base n'est pas simple, mais composée de deux matières différentes, et donner un troisième, quatrième, cinquième nom, etc., à ceux dont la base est composée de deux, trois, quatre, etc., matières différentes. C'est là le défaut de toutes les nomenclatures méthodiques; elles sont forcées de disparoître dès que l'on veut les appliquer aux objets réels de la nature.

Nous donnerons donc le nom de *sel* à toutes les matières dans lesquelles le principe salin est entré, et qui ont une saveur sensible; et nous ne présenterons d'abord que les sels qui sont formés par la nature, soit en masses solides dans le sein de la terre, soit en dissolution dans l'air et dans l'eau. On peut appeler *sels fossiles* ceux qu'on tire de la terre : les vitriols, l'alun, la sélénite, le natron, l'alcali fixe végétal, le sel marin, le nitre, le sel ammoniac, le borax, et même le soufre et l'arsenic, sont tous des sels formés par la nature. Nous tâcherons de reconnoître leur origine et d'expliquer leur formation, en nous aidant des lumières que la chimie a répandues sur cet objet plus que sur aucun autre, et les réunissant aux faits de l'histoire naturelle qu'on ne doit jamais en séparer.

La nature nous offre en stalactites les vitriols du fer, du cuivre et du zinc; l'alun en filets cristallisés; la sélénite ou gypse aussi cristallisé; le natron en masse solide et pure, ou simplement mêlé de terre; le sel marin en cristaux cubiques et en masses immenses; le nitre en efflorescences cristallisées; le sel ammoniac en poudre sublimée par les feux souterrains; le borax en eau gélatineuse, et l'arsenic en terre métallique. Elle a d'abord formé l'acide aérien par la seule et simple combinaison de l'air et du feu : cet acide primitif s'étant ensuite combiné avec toutes les matières terreuses et métalliques a produit l'acide vitriolique avec la terre vitrifiable, l'arsenic avec les matières métalliques, l'acide marin avec les substances calcaires, l'acide nitreux avec les détrimens putréfiés des corps organisés; il a de même produit les alcalis par la végétation, l'acide du tartre et du vinaigre par la fermentation; enfin il est entré sous sa propre forme dans tous les corps organisés. L'air fixe que l'on tire des matières calcaires, celui qui s'élève par la première fermentation de tous les végétaux, ou qui se forme par la respiration des animaux, n'est que ce même acide aérien qui se manifeste aussi par sa saveur dans les eaux acidules, dans les fruits, les légumes, et les herbes : il a donc produit toutes les substances salines; il s'est étendu sur tous les règnes de la nature; il est le premier principe de toute saveur, et, relativement à nous, il est pour l'organe du goût ce que la lumière et les couleurs sont pour le sens de la vue.

Et les odeurs, qui ne sont que des saveurs plus fines, et qui agissent sur l'odorat, qui n'est qu'un sens de goût plus délicat, proviennent aussi de ce premier principe salin, qui s'exhale en parfums agréables dans la plupart des végétaux, et en mauvaise odeur dans certaines plantes et dans presque tous les animaux; il s'y combine avec leurs huiles grossières ou volatiles; il s'unit à leur graisse, à leurs mucilages; il s'élabore avec leur sève et leur sang; il se transforme en acides aigres, acerbes ou doux, en alcalis fixes ou volatils, par le travail de l'organisation auquel il a grande part; car c'est, après le feu, le seul agent de la nature, puisque c'est par ce principe salin que tous les corps acquièrent leurs propriétés actives, non seulement sur nos sens vivans du goût et de l'odorat, mais encore sur les matières brutes et mortes, qui ne peuvent être attaquées et dissoutes que par le feu ou par ce principe salin. C'est le ministre secondaire de ce grand et premier agent qui, par sa puissance sans bornes, brûle, fond et vitrifie toutes les substances passives, que le principe salin, plus foible et moins puissant, ne peut qu'attaquer, entamer, et dissoudre, et cela parce que le feu y est tempéré par l'air auquel il est uni, et que quand il produit de la chaleur ou d'autres effets semblables à ceux du feu, c'est qu'on sépare cet élément de la base passive dans laquelle il étoit renfermé.

Tous les sels dissous dans l'eau se cristallisent en forme assez régulière, par une évaporation lente et tranquille; mais lorsque l'évaporation de l'eau se fait trop promptement, ou qu'elle est troublée par quelque mouvement extérieur, les cristaux salins ne se forment qu'imparfaitement et se groupent confusément. Les différens sels donnent des cristaux de figures différentes;

ils se produisent principalement à la surface du liquide, à mesure qu'il s'évapore ; ce qui prouve que l'air contribue à leur formation, et qu'elle ne dépend pas uniquement du rapprochement des parties salines qui s'unissent à la vérité par leur attraction mutuelle, mais qui ont besoin pour cela d'être mises en liberté parfaite ; or elles n'obtiennent cette liberté entière qu'à la surface du liquide, parce que sa résistance augmente avec sa densité par l'évaporation, en sorte que les parties salines se trouvent à la vérité plus voisines par la diminution du volume du liquide, mais elles ont en même temps plus de peine à vaincre sa résistance, qui augmente dans la même proportion que ce volume diminue ; et c'est par cette raison que toutes les cristallisations des sels s'opèrent plus efficacement et plus abondamment à la surface qu'à l'intérieur du liquide en évaporation.

Lorsque l'on a tiré par ce moyen tout le sel en cristaux que le liquide chargé de sel peut fournir, il en reste encore dans l'*eau-mère ;* mais ce sel y est si fort engagé avec la matière grasse, qu'il n'est plus susceptible de rapprochement de cristallisation ; et même si cette matière grasse est en très-grande quantité, l'eau ne peut plus en dissoudre le sel ; cela prouve que la solubilité dans l'eau n'est pas une propriété inhérente et essentielle aux substances salines.

Il en est du caractère de la cristallisation comme de celui de la solubilité : la propriété de se cristalliser n'est pas plus essentielle aux sels que celle de se dissoudre dans l'eau ; et l'un de nos plus judicieux physiciens, M. de Morveau, a eu raison de dire « que la saveur est le seul caractère distinctif des sels, et que les autres propriétés qu'on a voulu ajouter à celle-ci, pour perfectionner leur définition, n'ont servi qu'à rendre plus incertaines les limites que l'on vouloit fixer ...., la solubilité par l'eau ne convenant pas plus aux sels qu'à la gomme et à d'autres matières. Il en est de même de la cristallisation, puisque tous les corps sont susceptibles de se cristalliser en passant de l'état liquide à l'état solide ; il en est encore de même, ajoute-t-il, de la qualité qu'on suppose aux sels de n'être point combustibles par eux-mêmes ; car dans ce cas le nitre ammoniacal ne seroit plus un sel. »

Nos définitions, qui pèchent si souvent par défaut, pèchent aussi, comme l'on voit, quelquefois par excès ; l'un nuit au complément, et l'autre à la précision de l'idée que représente la chose ; et les énumérations qu'on se permet de faire en conséquence de cette extension des définitions nuisent encore plus à la netteté de nos vues, et s'opposent au libre exercice de l'esprit, en le surchargeant de petites idées particulières, souvent précaires, en lui présentant des méthodes arbitraires qui l'éloignent de l'ordre réel des choses, et enfin en l'empêchant de s'élever au point de pouvoir généraliser les rapports que l'on doit en tirer. Quoiqu'on puisse donc réduire tous les sels de la nature à un seul principe salin, et que ce principe primitif soit, selon moi, l'acide aérien, la nombreuse énumération qu'on a faite des sels sous différens noms ne pouvoit manquer de s'opposer à cette vue générale ; on a cru jusqu'au temps de Stahl, et plusieurs chimistes croient encore, que les principes salins dans l'acide nitreux et dans l'acide marin sont très-différens de l'acide vitriolique, et que ces mêmes principes sont non-seulement différens, mais opposés et contraires dans les acides et dans les acalis ; or n'est-ce pas admettre autant de causes qu'il y a d'effets dans un même ordre de choses ? c'est donner la nomenclature pour la science, et substituer la méthode au génie.

De la même manière qu'on a fait et compté trois sortes d'acides relativement aux trois règnes, les acides minéraux, végétaux, et animaux, on compte aussi trois sortes d'alcalis, le minéral, le végétal, et l'animal ; et néanmoins ces trois alcalis doivent se réduire à un seul, et même l'alcali peut aussi se ramener à l'acide, quoiqu'ils paroissent opposés, et qu'ils agissent violemment l'un contre l'autre.

Nous ne suivrons donc pas, en traitant des sels, l'énumération très-nombreuse qu'on en a faite en chimie, d'autant que chaque jour ce nombre peut augmenter, et que les combinaisons qui n'ont pas encore été tentées pourroient donner de nouveaux résultats salins dont la formation, comme celle de la plupart des autres sels, ne seroit due qu'à notre art ; nous nous contenterons de présenter les divisions générales, en nous attachant particulièrement aux sels que nous offre la nature, soit dans le sein et à la surface de la terre, soit au sommet de ses volcans [1].

1. Si l'on veut se satisfaire à cet égard, on peut consulter la table ci-jointe, que mon illustre ami, M. de Morveau, vient de publier. Cette nomenclature, quoique très-abrégée, paroîtra néanmoins encore assez nombreuse.

Nous venons de voir que la première division des acides et des alcalis en minéraux, végétaux, et animaux, est plutôt une partition nominale qu'une division réelle, puisque tous ne sont au fond que la même substance saline qui, seule et sans secours, entre dans les végétaux et les animaux, et qui attaque aussi la plupart des matières vitrifiables, calcaires, et métalliques; ce n'est que relativement à ce dernier effet qu'on lui a donné le nom d'*acide minéral;* et comme cette division en acides minéraux, végétaux, et animaux, a été universellement adoptée, je ne sais pourquoi l'on n'a pas rappelé l'acide nitreux à l'acide végétal et animal, puisqu'il n'est produit que par la putréfaction des corps organisés : cependant on le compte parmi les acides minéraux, parce qu'il est le plus puissant après l'acide vitriolique; mais cette puissance même et ses autres propriétés me semblent démontrer que c'est toujours le même acide, c'est-à-dire l'acide aérien, qui a passé par les végétaux et par

TABLEAU *de nomenclature chimique, contenant les principales dénominations analogiques, et des exemples de formation des noms composés.*

RÈGNES.	ACIDES.	NOMS GÉNÉRIQUES des sels.
MINÉRAL.	Méphitique, *ou* air fixe..	Méphites.
	Vitriolique............	Vitriols.
	Nitreux..............	Nitres.
	Muriatique, *ou* du sel marin.................	Muriates.
	Régalin..............	Régaltes.
	Arsenical.............	Arseniates.
	Boracin, *ou* sel sédatif..	Borax.
	Fluorique, *ou* du spath fluor...............	Fluors.
VÉGÉTAL.	Acéteux, *ou* vinaigre ...	Acètes.
	Tartareux, *ou* du tartre..	Tartres.
	Oxalin, *ou* de l'oseille...	Oxaltes.
	Saccharin, *ou* du sucre...	Sacchartes.
	Citrin, *ou* du citron.....	Citrates.
	Lignique, *ou* du bois....	Lignites.
ANIMAL..	Phosphorique..........	Phosphates.
	Formicin, *ou* des fourmis.	Formiates.
	Sébacé, *ou* du suif......	Sébates.
	Galactique, *ou* du lait...	Galactes.

BASES OU SUBSTANCES qui s'unissent aux acides.	EXEMPLES POUR LA CLASSE des vitriols.	EXEMPLES PRIS DE DIVERSES classes.
Phlogistique.	Soufre vitriolique, *ou* soufre commun.	Soufre méphitique, *ou* plombagine.
Alumine, *ou* terre de l'argile.	Vitriol alumineux, *ou* alun.	Nitre alumineux.
Calce, *ou* terre calcaire.	Vitriol calcaire, *ou* sélénite.	Muriate calcaire.
Magnésie.	Vitriol magnésien, *ou* sel d'Epsom.	Acète de magnésie.
Barote, ou terre de spath pesant.	Vitriol barotique, *ou* spath pesant.	Tartre barotique.
Potasse, *ou* alcali fixe végétal.	Vitriol de potasse, *ou* tartre vitriolé.	Arseniate de potasse.
Soude, *ou* alcali fixe minéral.	Vitriol de soude, *ou* sel de Glauber.	Borax de soude, *ou* borax commun.
Ammoniac, *ou* alcali volatil.	Vitriol ammoniacal.	Fluor ammoniacal.
Or.	Vitriol d'or.	Régalte d'or.
Argent.	Vitriol d'argent.	Oxalte d'argent.
Platine.	Vitriol de platine.	Saccharte de platine.
Mercure.	Vitriol de mercure.	Citrate de mercure.
Cuivre.	Vitriol de cuivre, *ou* vitriol de Chypre.	Lignite de cuivre.
Plomb.	Vitriol de plomb.	Phosphate de plomb.
Étain.	Vitriol d'étain.	Formiate d'étain.
Fer.	Vitriol de fer, *ou* couperose verte.	Sébaste martial.
Antimoine (au lieu de régule d').	Vitriol antimonial.	Muriate antimonial, *ou* beurre d'antimoine.
Bismuth.	Vitriol de bismuth.	Galacte de bismuth.
Zinc.	Vitriol de zinc, *ou* couperose blanche.	Borax de zinc.
Arsenic.	Vitriol d'arsenic.	Muriate d'arsenic.
Cobalt.	Vitriol de cobalt.	Saccharte de cobalt.
Nickel.	Vitriol de nickel.	Formiate de nickel.
Manganèse.	Vitriol de manganèse.	Oxalte de manganèse.
Esprit-de-vin.	Éther vitriolique.	Éther lignique, *ou* éther de Goettling, etc., etc.

Les dix-huit acides, les vingt-quatre bases, et les produits de leur union, forment ainsi quatre cent soixante-quatorze dénominations claires et méthodiques, indépendamment des *hépars*, ou composés à trois parties, dont les noms viennent encore dans ce système, comme *hépar de soude*, *hépar ammoniacal*, *pyrite d'argent*, etc., etc.

les animaux dans lesquels il s'est exalté avec la matière du feu par la fermentation putride de leurs corps, et que c'est par ces combinaisons multipliées qu'il a pris tous les caractères particuliers qui le distinguent des autres acides.

Dans les végétaux, lorsque l'acide aérien se trouve mêlé d'huile douce, ou enveloppé de mucilage, sa saveur est agréable et sucrée : l'acide des fruits, du raisin, par exemple, ne prend de l'aigreur que par la fermentation, et néanmoins tous les sels tirés des végétaux contiennent de l'acide, et ils ne diffèrent entre eux que par les qualités qu'ils acquièrent en fermentant et qu'ils empruntent de l'air en se joignant à l'acide qu'il contient; et de même que tous les acides végétaux, aigres ou doux, acerbes ou sucrés, ne prennent ces saveurs différentes que par les premiers effets de la fermentation, l'acide nitreux n'acquiert ses qualités caustiques et corrosives que par cette même fermentation portée au dernier degré, c'est-à-dire à la putréfaction : seulement nous devons observer que l'acide animal entre peut-être autant et plus que le végétal dans le nitre; car comme cet acide subit encore de nouvelles modifications en passant du végétal à l'animal, et que tous deux se trouvent réunis dans les matières putréfiées, ils s'y rassemblent, s'exaltent ensemble, et, se combinant avec l'alcali fixe végétal, ils forment le nitre dont l'acide, malgré toutes ces transformations, n'en est pas moins essentiellement le même que l'acide aérien.

Tous les acides tirent donc leur première origine de l'acide aérien, et il me semble qu'on ne pourra guère en douter si l'on pèse toutes les raisons que je viens d'exposer, et auxquelles je n'ajouterai qu'une considération qui est encore de quelque poids. On conserve tous les acides, même les plus forts et les plus concentrés, dans des flacons ou vaisseaux de verre; ils entameroient toute autre matière; or, dans les premiers temps, le globe entier n'étoit qu'une masse de verre sur laquelle les acides minéraux, s'ils eussent existé, n'auroient pu faire aucune impression, puisqu'ils n'en font aucune sur notre verre : l'acide aérien, au contraire, agit sur le verre et peu à peu l'entame, l'exfolie, le décompose, et le réduit en terre; par conséquent cet acide est le premier et le seul qui ait agi sur la masse vitreuse du globe; et comme il étoit alors aidé d'une forte chaleur, son action en étoit d'autant plus prompte et plus pénétrante; il a donc pu, en se mêlant intimement avec la terre vitrifiée, produire l'acide vitriolique qui n'a plus d'action sur cette même terre, parce qu'il en contient et qu'elle lui sert de base : dès lors cet acide, le plus fort et le plus puissant de tous, n'est néanmoins ni le plus simple de tous ni le premier formé; il est le second dans l'ordre de formation, l'arsenic est le troisième, l'acide marin le quatrième, etc., parce que l'acide primitif aérien n'a d'abord pu saisir que la terre vitrifiée, ensuite la terre métallique [1], puis la terre calcaire, etc., à mesure et dans le même ordre que ces matières se sont établies sur la masse du globe vitrifié : je dis à mesure et dans le même ordre, parce que les matières métalliques sont tombées les premières de l'atmosphère où elles étoient reléguées et étendues en vapeurs; elles ont rempli les interstices et les fentes du quartz et des autres verres primitifs, où l'acide aérien les ayant saisies a produit l'acide arsenical; ensuite, après la production et la multiplication des coquillages, les matières calcaires formées de leurs débris se sont établies, et l'acide aérien les ayant pénétrées a produit l'acide marin, et successivement les autres acides et les alcalis après la naissance des animaux et des végétaux; enfin la production des acides et des alcalis a nécessairement précédé la formation des sels, qui tous supposent la combinaison de ces mêmes acides ou alcalis avec une matière terreuse ou métallique, laquelle leur sert de base et contient toujours une certaine quantité d'eau qui entre dans la cristallisation de tous les sels; en sorte qu'ils sont beaucoup moins simples que les acides ou alcalis, qui seuls sont les principes de leur essence saline.

Ceci étoit écrit, ainsi que la suite de cette histoire naturelle des sels, et j'étois sur le point de livrer cette partie de mon ouvrage à l'impression, lorsque j'ai reçu (au mois de juillet de cette année 1782), de la part de M. le chevalier *Marsilio Landriani*, de Milan, le troisième volume de ses opuscules *physico-chimiques*, dans lequel j'ai vu, avec toute satisfaction, que cet illustre et savant physicien a pensé comme moi sur l'acide primitif : il dit expressément « que l'acide universel, élémentaire, primitif, dans lequel peuvent se résoudre tous les acides connus jusqu'à ce jour, est l'acide *méphitique*, cet acide qui étant combiné avec la chaux vive l'adoucit et la *neu-*

1. Les mines spathiques et les malachites contiennent notamment une très-grande quantité d'acide aérien.

tralise, qui mêlé avec les eaux les rend acidules et pétillantes; c'est l'*air fixe* de Black, le *gaz méphitique* de Macquer, l'*acide atmosphérique* de Bergman. »

M. le chevalier Landriani prouve son assertion par des expériences ingénieuses: il a pensé avec notre savant académicien, M. Lavoisier, que l'air fixe, ou l'acide méphitique, se forme par la combinaison de l'air et du feu, et il conclut par dire : « Il me paroît hors de doute 1° que l'air déphlogistiqué, au moment qu'il s'élève des corps capables de le produire, se change en air fixe, s'il est surpris par le phlogistique dans le moment de sa formation;

« 2° Que comme il résulte des expériences que les acides nitreux, vitriolique, marin, phosphorique, arsenical, unis à certaines terres, peuvent se changer en air déphlogistiqué, lequel de son côté peut aisément se convertir en air fixe; et comme d'autre part l'acide du sucre, celui de la crème de tartre, celui du vinaigre, celui des fourmis, etc., peuvent aussi aisément se convertir en air fixe par le moyen de la chaleur, il est assez démontré que tous les acides peuvent être convertis en air fixe, et que cet air fixe est peut-être l'acide universel, comme étant le plus commun et se rencontrant le plus fréquemment dans les diverses productions de la nature. »

Je suis sur tout cela du même avis que M. le chevalier Landriani, et je n'ai d'autre mérite ici que d'avoir reconnu, d'après mon système général sur la formation du globe, que le plus pur et le plus simple des acides avoit dû se former le premier par la combinaison de l'air et du feu, et que par conséquent on devoit le regarder comme l'acide primitif dont tous les autres ont tiré leur origine : mais je n'étois pas en état de démontrer par les faits, comme ce savant physicien vient de le faire, que tous les acides, de quelque espèce qu'il soient, peuvent être convertis en cet acide primitif, ce qui confirme victorieusement mon opinion; car cette conversion des acides doit être réciproque et commune, en sorte que tous les acides ont pu être formés par l'acide aérien, puisque tous peuvent être ramenés à la nature de cet acide.

Il me paroît donc plus certain que jamais, tant par ma théorie que par les expériences de M. Landriani, que l'acide aérien, c'est-à-dire l'air fixe ou fixé par le feu, est vraiment l'acide primitif, et le premier principe salin dont tous les autres acides et alcalis tirent leur origine; et cet acide, uniquement composé d'air et de feu, n'a pu former les autres substances salines qu'en se combinant avec la terre et l'eau : aussi tous les autres acides contiennent de la terre et de l'eau; et la quantité de ces deux élémens est plus grande dans tous les sels que celle de l'air et du feu; ils prennent différentes formes selon les doses respectives des quatre élémens, et selon la nature de la terre qui leur sert de base; et comme la proportion de la quantité des quatre élémens dans les principes salins, et la qualité différente de la terre qui sert de base à chaque sel, peuvent toutes se combiner les unes avec les autres, le nombre des substances salines est si grand, qu'il ne seroit guère possible d'en faire une exacte énumération : d'ailleurs toutes les combinaisons salines faites par l'art de la chimie ne doivent pas être mises sur le compte de la nature; nos premières considérations doivent donc tomber sur les sels qui se forment naturellement soit à la surface, soit à l'intérieur de la terre : nous les examinerons séparément, et les présenterons successivement en commençant par les sels vitrioliques.

ACIDE VITRIOLIQUE ET VITRIOLS.

Cet acide est absolument sans odeur et sans couleur; il ressemble à cet égard parfaitement à l'eau : néanmoins sa substance n'est pas aussi simple, ni même, comme le dit Sthal, uniquement composée des seuls élémens de la terre et de l'eau; il a été formé par l'acide aérien, il en contient une grande quantité, et sa substance est réellement composée d'air et de feu unis à la terre vitrifiable et à une très-petite quantité d'eau qu'on lui enlève aisément par la concentration; car il perd peu à peu sa liquidité par

la grande chaleur, et peut prendre une forme concrète [1] par la longue application d'un feu violent : mais, dès qu'il est concentré, il attire puissamment l'humidité de l'air, et par l'addition de cette eau il acquiert plus de volume; il perd en même temps quelque chose de son activité saline : ainsi l'eau ne réside dans cet acide épuré qu'en très-petite quantité, et il n'y a de terre qu'autant qu'il en faut pour servir de base à l'air et au feu qui sont fortement et intimement unis à cette matière vitrifiable.

Au reste, cet acide et les autres acides minéraux ne se trouvent pas dans la nature seuls et dégagés, et on ne peut les obtenir qu'en les tirant des substances avec lesquelles ils se sont combinés, et des corps qui les contiennent. C'est en décomposant les pyrites, les vitriols, le soufre, l'alun, et les bitumes, qu'on obtient l'acide vitriolique [2] : toutes ces matières en sont plus ou moins imprégnées; toutes peuvent aussi lui servir de base; et il forme avec elles autant de différens sels, desquels on le retire toujours sous la même forme et sans altération.

On a donné le nom de *vitriol* à trois sels métalliques formés par l'union de l'acide vitriolique avec le fer, le cuivre, et le zinc; mais on pourroit, sans abuser du nom, l'étendre à toutes les substances dans lesquelles la présence de l'acide vitriolique se manifeste d'une manière sensible. Le vitriol du fer est vert, celui du cuivre est bleu, et celui du zinc est blanc : tous trois se trouvent dans le sein de la terre, mais en petite quantité, et il paroît que ce sont les seules matières métalliques que la nature ait combinées avec cet acide; et quand même on seroit parvenu par notre art à faire d'autres vitriols métalliques, nous ne devons pas les mettre au nombre des substances naturelles, puisqu'on n'a jamais trouvé de vitriol d'or, d'argent, de plomb, d'étain, ni d'antimoine, de bismuth, de cobalt, etc., dans aucun lieu, soit à la surface, soit à l'intérieur de la terre.

Le vitriol vert ou le vitriol ferrugineux, appelé vulgairement *couperose,* se présente dans toutes les mines de fer où l'eau chargée d'acide vitriolique a pu pénétrer. C'est sous les glaises ou les plâtres que gisent ordinairement ces mines de vitriol, parce que les terres argileuses et plâtreuses sont imprégnées de cet acide, qui, se mêlant avec l'eau des sources souterraines ou même avec l'eau des pluies, descend par stillation sur la matière ferrugineuse, et, se combinant avec elle, forme ce vitriol vert qui se trouve tantôt en masses assez informes, auxquelles on donne le nom de *pierres atramentaires* [3], et tantôt en stalactites plus ou moins opaques, et quelquefois cristallisées. La forme de ces cristaux vitrioliques est rhomboïdale, et assez semblable à celle des cristaux du spath calcaire. C'est donc dans les mines de fer de seconde et de troisième formation, abreuvées par les eaux qui découlent des matières argileuses et plâtreuses, qu'on rencontre ce vitriol natif dont la formation suppose non seulement la décomposition de la matière ferrugineuse, mais encore le mélange de l'acide en assez grande quantité. Toute matière ferrugineuse imprégnée de cet acide donnera du vitriol : aussi le tire-t-on des pyrites martiales en les décomposant par la calcination ou par l'humidité.

Cette pyrite, qui n'a aucune saveur dans son état naturel, se décompose, lorsqu'elle est exposée long-temps à l'humidité de l'air, en une poudre saline, acerbe, et styptique; en lessivant cette poudre pyriteuse, on en retire du vitriol par l'évaporation et le refroidissement. Lorsqu'on veut en obtenir une grande quantité, on entasse ces pyrites les unes sur les autres à deux ou trois pieds d'épaisseur; on les laisse exposées aux impressions de l'air pendant trois ou quatre

1. Quelques chimistes ont donné le nom d'*huile de vitriol glaciale* à cet acide concentré au point d'être sous forme concrète. A mesure qu'on le concentre, il perd de sa fluidité, il file et paroît gras au toucher comme l'huile : on l'a, par cette raison, nommé *huile de vitriol*, mais très-improprement; car il n'a aucun caractère spécifique des huiles, ni l'inflammabilite. Le toucher gras de ce liquide semble provenir, comme celui du mercure, du grand rapprochement de ses parties; et c'est en effet, après le mercure, le liquide le plus dense qui nous soit connu : aussi, lorsqu'il est soumis à la violente action du feu, il prend une chaleur beaucoup plus grande que l'eau et que tout autre liquide; et comme il est peu volatil et point inflammable, il a l'apparence d'un corps solide pénétré de feu et presque en incandescence.

2. Ce n'est pas que la nature ne puisse faire dans ses laboratoires tout ce qui s'opère dans les nôtres; si la vapeur du soufre en combustion se trouve renfermée sous des voûtes de cavernes, l'acide sulfureux s'y condensera en acide vitriolique. M. Joseph Baldassari nous offre même à ce sujet une très-belle observation. Ce savant a trouvé dans une grotte du territoire de Sienne, au milieu d'une masse d'incrustation déposée par les eaux thermales des bains de Saint-Philippe, « un véritable acide vitriolique pur, naturellement concret, et sans aucun mélange de substances étrangères.... »

3. Parce qu'elles servent, comme le vitriol lui-même, à composer les diverses sortes de teintures noires ou d'encre, *atramentum.* C'est l'étymologie que Pline nous en donne lui-même. *Diluendo*, dit-il en parlant du vitriol, *fit atramentum tingendis coriis, unde atramenti sutorii nomen.*

ans, et jusqu'à ce qu'elles soient réduites en poudre ; on les remue deux fois par an pour accélérer cette décomposition ; on recueille l'eau de la pluie qui les lessive pendant ce temps, et on la conduit dans des chaudières où l'on place des ferrailles qui s'y dissolvent en partie par l'excès de l'acide ; ensuite on fait évaporer cette eau, et le vitriol se présente en cristaux [1].

On peut aussi tirer le vitriol des pyrites par le moyen du feu, qui dégage, sous la forme de soufre, une partie de l'acide et du feu fixe qu'elles contiennent ; on lessive ensuite la matière qui reste après cette extraction du soufre ; et pour charger d'acide l'eau de ce résidu, on la fait passer successivement sur d'autres résidus également *dessoufrés*, après quoi on l'évapore dans des chaudières de plomb. La matière pyriteuse n'est pas épuisée de vitriol par cette première opération ; on la reprend pour l'étendre à l'air, et au bout de dix-huit mois ou deux ans elle fournit, par une semblable lessive, de nouveau vitriol.

Il y a, dans quelques endroits, des terres qui sont assez mêlées de pyrites décomposées pour donner du vitriol par une seule lessive. Au reste, on ne se sert que de chaudières de plomb pour la fabrication du vitriol, parce que l'acide rongeroit le fer et le cuivre. Pour reconnoître si la lessive vitriolique est assez chargée, il faut se servir d'un *pèse-liqueur ;* dès que cet instrument indiquera que la lessive contient vingt-huit onces de vitriol, on pourra la faire évaporer pour obtenir ce sel en cristaux. Il faut environ quinze jours pour opérer cette cristallisation, et l'on a observé qu'elle réussit beaucoup mieux pendant l'hiver qu'en été.

Nous avons en France quelques mines de vitriol naturel. « On en exploite, dit M. Gensanne, une au lieu de *La Fonds* près *Saint-Julien de Valgogne ;* le travail y est conduit avec la plus grande intelligence : le minéral y est riche et en grande abondance, et le vitriol qu'on y fabrique est certainement de la première qualité. » Il doit se trouver de semblables mines dans tous les endroits où la terre limoneuse et ferrugineuse se trouve mêlée d'une grande quantité de pyrites décomposées.

Il se produit aussi du vitriol par les eaux sulfureuses qui découlent des volcans ou des solfatares. « La formation de ce vitriol, dit M. l'abbé Mazéas, s'opère de trois façons. La première, par les vapeurs qui s'élèvent des solfatares et des ruisseaux sulfureux : ces vapeurs, en retombant sur les terres ferrugineuses, les recouvrent peu à peu d'une efflorescence de vitriol... La seconde se fait par la filtration des vapeurs à travers les terres : ces sortes de mines fournissent beaucoup plus de vitriol que les premières ; elles se trouvent communément sur le penchant des montagnes qui contiennent des mines de fer, et qui ont des sources d'eau sulfureuses. La troisième manière est lorsque la terre ferrugineuse contient beaucoup de soufre : on s'aperçoit, dès qu'il a plu, d'une chaleur sur la surface de la terre, causée par une fermentation intestine..... Il se forme du vitriol en plus ou moins grande quantité dans ces terres. »

Le vitriol bleu, dont la base est le cuivre, se forme comme le vitriol de fer ; on ne le trouve que dans les mines secondaires où le cuivre est déjà décomposé, et dont les terres sont abreuvées d'une eau chargée d'acide vitriolique. Ce vitriol cuivreux se présente aussi en masses ou en stalactites, mais rarement cristallisées, et les cristaux sont plus souvent dodécaèdres qu'hexaèdres ou rhomboïdaux. On peut tirer ce vitriol des pyrites cuivreuses et des autres minerais de ce métal, qui sont presque tous dans l'état pyriteux.

On peut aussi employer des débris ou rognures de cuivre avec l'alun pour faire ce vitriol. On commence par jeter sur ces morceaux de cuivre du soufre pulvérisé ; on les met ensemble dans un four, et on les plonge ensuite dans une eau où l'on a fait dissoudre de l'alun : l'acide de l'alun ronge et détruit les morceaux de cuivre ; on transvase cette eau dans des baquets de plomb lorsqu'elle est suffisamment chargée, et en la faisant évaporer on obtient le vitriol qui se forme en beaux cristaux bleus [2]. C'est de cette apparence cristalline ou vitreuse que le nom même de *vitriol* est dérivé [3].

1. Dans le grand nombre de fabriques de vitriol de fer, celle de Newcastle en Angleterre est remarquable par la grande pureté du vitriol qui s'y produit.

2. Pline a parfaitement connu cette formation des cristaux du vitriol, et même il en décrit le procédé mécanique avec autant d'élégance que de clarté. « Fit in Hispaniæ puteis, dit-il, id genus « aquæ habentibus.... Decoquitur.... et in piscinas « ligneas funditur. Immobilibus super has transtris « dependent restes ; quibus adhærescens limus, « vitreis acinis imaginem quamdam uvæ reddit. « Color est cœruleus perquam spectabili nitore, « vitrumque esse creditur. »

3. Les Grecs, qui apparemment connoissoient mieux le vitriol de cuivre que celui de fer, avoient donné à ce sel un nom qui désignoit son affinité avec ce premier métal ; c'est la remarque de Pline :

Le vitriol de zinc est blanc, et se trouve aussi en masses et en stalactites dans les minières de pierre calaminaire ou dans les blendes; il ne se présente que très-rarement en cristaux à facettes : sa cristallisation la plus ordinaire dans le sein de la terre est en filets soyeux et blancs.

On peut ajouter à ces trois vitriols métalliques, qui tous trois se trouvent dans l'intérieur de la terre, une substance grasse à laquelle on a donné le nom de *beurre fossile*, et qui suinte des schistes alumineux : c'est une vraie stalactite vitriolique ferrugineuse, qui contient plus d'acide qu'aucun des autres vitriols métalliques; et, par cette raison, M. le baron de Dietrich a cru pouvoir avancer que ce beurre fossile n'est que de l'acide vitriolique concret. Mais si l'on fait attention que cet acide ne prend une forme concrète qu'après une très-forte concentration et par la continuité d'un feu violent, et qu'au contraire ce beurre vitriolique se forme, comme les autres stalactites, par l'intermède de l'eau, il me semble qu'on ne doit pas hésiter à le rapporter aux vitriols que la nature produit par la voie humide.

Après ces vitriols à base métallique, on doit placer les vitriols à base terreuse, qui, pris généralement, peuvent se réduire à deux : le premier est l'alun, dont la terre est argileuse ou vitreuse; et le second est le gypse, que les chimistes ont appelé *sélénite*, et dont la base est une terre calcaire. Toutes les argiles sont imprégnées d'acide vitriolique, et les terres qu'on appelle *alumineuses* ne diffèrent des argiles communes qu'en ce qu'elles contiennent une plus grande quantité de cet acide : l'alun y est toujours en particules éparses, et c'est très-rarement qu'il se présente en filets cristallisés; on le retire aisément de toutes les terres et pierres argileuses en les faisant calciner et ensuite lessiver à l'eau.

Le gypse, qu'on peut regarder comme un vitriol calcaire, se présente en stalactites et en grands morceaux cristallisés dans toutes les carrières de plâtre.

Mais lorsque la quantité de terre contenue dans l'argile et dans le plâtre est très-grande en comparaison de celle de l'acide, il perd en quelque sorte sa propriété la plus distinctive; il n'est plus corrosif, il n'est pas même sapide : car l'argile et le plâtre n'affectent pas plus nos organes que toute autre matière; et, sous ce point de vue, on doit rejeter du nombre des substances salines ces deux matières, quoiqu'elles contiennent de l'acide.

Nous devons, par la même raison, ne pas compter au nombre des vitriols ou substances vraiment salines toutes les matières où l'acide en petite quantité se trouve non seulement mêlé avec l'une ou l'autre terre argileuse ou calcaire, mais avec toutes deux, comme dans les marnes et dans quelques autres terres et pierres mélangées de parties vitreuses, calcaires, limoneuses, et métalliques : ces sels à double base forment un second ordre de matières salines auxquelles on peut donner le nom d'*hépar*. Mais toute matière simple, mixte, ou composée de plusieurs substances différentes, dans laquelle l'acide est engagé ou saturé de manière à n'être pas senti ni reconnu par la saveur, ne doit ni ne peut être comptée parmi les sels sans abuser du nom; car alors presque toutes les matières du globe seroient des sels, puisque presque toutes contiennent une certaine quantité d'acide aérien. Nous devons ici fixer nos idées par notre sensation : toutes les matières insipides ne sont pas des sels; toutes celles, au contraire, dont la saveur offense, irrite, ou flatte le sens du goût, seront des sels, de quelque nature que soit leur base, et en quelque nombre ou quantité qu'elles puissent être mélangées. Cette propriété est générale, essentielle, et même la seule qui puisse caractériser les substances salines, et les séparer de toutes les autres matières. Je dis le seul caractère distinctif des sels; car l'autre propriété par laquelle on a voulu les distinguer, c'est-à-dire la solubilité dans l'eau, ne leur appartient pas exclusivement ni généralement, puisque les gommes et même les terres se dissolvent également dans toutes liqueurs aqueuses, et que d'ailleurs on connoît des sels que l'eau ne dissout point, tels que le soufre, qui est vraiment salin, puisqu'il contient l'acide vitriolique en grande quantité.

Suivons donc l'ordre des matières dans lesquelles la saveur saline est sensible; et, ne considérant d'abord que les composés de l'acide vitriolique, nous aurons, dans les minéraux, les vitriols de fer, de cuivre, et de zinc, auxquels on doit ajouter l'alun, parce que tous sont non seulement sapides, mais même corrosifs.

L'acide vitriolique, qui par lui-même est fixe, devient volatil en s'unissant à la matière du feu libre, sur laquelle il a une action très-marquée, puisqu'il la saisit pour

Græci cognationem æris nomine fecerunt.... Appellant enim chalcantum.

former le soufre, et qu'il devient volatil avec lui dans sa combustion. Cet acide sulfureux volatil ne diffère de l'acide vitriolique que par son union avec la vapeur sulfureuse dont il répand l'odeur ; et le mélange de cette vapeur à l'acide vitriolique, au lieu d'augmenter sa force, la diminue beaucoup : car cet acide, devenu volatil et sulfureux, a beaucoup moins de puissance pour dissoudre ; son affinité avec les autres substances est plus foible ; tous les autres acides ne peuvent le décomposer, et de lui-même il se décompose par la seule évaporation. La fixité n'est donc point une qualité essentielle à l'acide vitriolique ; il peut se convertir en acide aérien, puisqu'il devient volatil et se laisse emporter en vapeurs sulfureuses.

L'acide sulfureux fait seulement plus d'effet que l'acide vitriolique sur les couleurs tirées des végétaux et des animaux ; il les altère et même les fait disparoître avec le temps, au lieu que l'acide vitriolique fait reparoître quelques-unes de ces mêmes couleurs et en particulier celle des roses. L'acide sulfureux les détruit toutes ; et c'est d'après cet effet qu'on l'emploie pour donner aux étoffes la plus grande blancheur et le plus beau lustre.

L'acide sulfureux me paroît être l'une des nuances que la nature a mises entre l'acide vitriolique et l'acide nitreux ; car toutes les propriétés de cet acide sulfureux le rapprochent évidemment de l'acide nitreux, et tous deux ne sont au fond que le même acide aérien, qui, ayant passé par l'état d'acide vitriolique, est devenu volatil dans l'acide sulfureux, et a subi encore plus d'altération avant d'être devenu acide nitreux par la putréfaction des corps organisés. Ce qui fait la principale différence de l'acide sulfureux et de l'acide nitreux, c'est que le premier est beaucoup plus chargé d'eau que le second, et que par conséquent il n'est pas aussi fortement uni avec la matière du feu.

Après les vitriols métalliques, nous devons considérer les sels que l'acide vitriolique a formés avec les matières terreuses, et particulièrement avec la terre argileuse qui sert de base à l'alun ; nous verrons que cette terre est la même que celle du quartz, et nous en tirerons une nouvelle démonstration de la conversion réelle du verre primitif en argile.

LIQUEUR DES CAILLOUX.

J'AI dit et répété plus d'une fois dans le cours de mes ouvrages que l'argile tiroit son origine de la décomposition des grès et des autres débris du quartz réduits en poudre, et atténués par l'action des acides et l'impression de l'eau ; je l'ai même démontré par des expériences faciles à répéter, et par lesquelles on peut convertir en assez peu de temps la poudre de grès en argile par la simple action de l'acide aérien et de l'eau : j'ai rapporté de semblables épreuves sur le verre pulvérisé ; j'ai cité les observations réitérées et constantes qui nous ont également prouvé que les laves les plus solides des volcans se convertissent en terre argileuse, en sorte qu'indépendamment des recherches chimiques et des preuves qu'elles peuvent fournir, la conversion des sables vitreux en argile m'étoit bien démontrée. Mais une vérité tirée des analogies générales fait peu d'effet sur les esprits accoutumés à ne juger que par les résultats de leur méthode particulière : aussi la plupart des chimistes doutent encore de cette conversion ; et néanmoins les résultats bien entendus de leur propre méthode me semblent confirmer cette même vérité aussi pleinement qu'ils peuvent le désirer ; car, après avoir séparé dans l'argile l'acide de sa base terreuse, ils ont reconnu que cette base étoit une terre vitrifiable ; ils ont ensuite combiné par le moyen du feu, le quartz pulvérisé avec l'alcali dissous dans l'eau, et ils ont vu que cette matière précipitée devient soluble comme la terre de l'alun par l'acide vitriolique ; enfin ils en ont formé un composé fluide qu'ils ont nommé *liqueur des cailloux*. « Une demi-partie d'alcali et une partie de quartz pulvérisé, fondues ensemble, dit M. de Morveau, forment un beau verre transparent, qui conserve sa solidité ; si on change les proportions, et que l'on

mette, par exemple, quatre parties d'alcali pour une partie de terre quartzeuse, la masse fondue participera d'autant plus des propriétés salines ; elle sera soluble par l'eau, ou même se résoudra spontanément en liqueur par l'humidité de l'air : c'est ce que l'on nomme *liqueur des cailloux*. Le quartz y est tenu en dissolution par l'alcali, au point de passer par le filtre.

« Tous les acides, et même l'eau chargée d'air fixe, précipitent cette liqueur des cailloux, parce qu'en s'unissant à l'alcali ils le forcent d'abandonner la terre. Quand les deux liqueurs sont concentrées, il se fait une espèce de miracle chimique, c'est-à-dire que le mélange devient solide..... On peut conclure de toutes les expériences faites à ce sujet, 1° que la terre quartzeuse éprouve, pendant sa combinaison avec l'alcali, par la fusion, une altération qui la rapproche de l'état de l'argile, et la rend susceptible de former de l'alun avec l'acide vitriolique; 2° que la terre argileuse et la terre quartzeuse, altérées par la vitrification, ont une affinité marquée, même par la voie humide, avec l'alcali privé d'air, etc..... Aussi l'argile et l'alun sont bien réellement des sels vitrioliques à base de terre vitrifiable...

« L'argile est un sel avec excès de terre... et il est certain qu'elle contient de l'acide vitriolique, puisqu'elle décompose le nitre et le sel marin à la distillation. On démontre que sa base est alumineuse en saturant d'acide vitriolique l'argile dissoute dans l'eau, et formant ainsi un véritable alun; on fait passer enfin l'alun à l'état d'argile, en lui faisant prendre une nouvelle portion de terre alumineuse précipitée et édulcorée. Il faut l'employer tandis qu'elle est encore en bouillie, car elle devient beaucoup moins soluble en séchant; et cette circonstance établit une nouvelle analogie entre elle et la terre précipitée de la liqueur des cailloux. »

Cette terre qui sert de base à l'alun est argileuse : elle prend au feu, comme l'argile, toutes sortes de couleurs; elle y devient rougeâtre, jaune, brune, grise, verdâtre, bleuâtre, et même noire; et si l'on précipite la terre vitrifiable de la liqueur des cailloux, cette terre précipitée a toutes les propriétés de la terre de l'alun; car en l'unissant à l'acide, vitriolique, on en fait de l'alun : ce qui prouve que l'argile est de la même essence que la terre vitrifiable ou quartzeuse.

Ainsi les recherches chimiques, bien loin de s'opposer au fait réel de la conversion des verres primitifs en argile, le démontrent encore par leurs résultats, et il est certain que l'argile ne diffère du quartz ou du grès réduits en poudre que par l'atténuation des molécules de cette poudre quartzeuse sur laquelle l'acide aérien, combiné avec l'eau, agit assez long-temps pour les pénétrer, et enfin les réduire en terre. L'acide vitriolique ne produit pas cet effet, car il n'a point d'action sur le quartz ni sur les autres matières vitreuses; c'est donc à l'acide aérien qu'on doit l'attribuer : son union d'une part avec l'eau, et d'autre part le mélange des poussières alcalines avec les poudres vitreuses, lui donnent prise sur cette même matière quartzeuse. Ceci me paroît assez clair, même en rigoureuse chimie, pour espérer qu'on ne doutera plus de cette conversion des verres primitifs en argile, puisque toutes les argiles sont mélangées des débris de coquilles et d'autres productions du même genre, qui toutes peuvent fournir à l'acide aérien l'intermède alcalin nécessaire à sa prompte action sur la matière vitrifiable. D'ailleurs l'acide aérien, seul et sans mélange d'alcali, attaque avec le temps toutes les matières vitreuses; car le quartz, le cristal de roche, et tous les autres verres produits par la nature, se ternissent, s'irisent, et se décomposent à la surface par la seule impression de l'air humide, et par conséquent la conversion du quartz en argile a pu s'opérer par la seule combinaison de l'acide aérien et de l'eau. Ainsi les expériences chimiques prouvent ce que les observations en histoire naturelle m'avoient indiqué ; savoir, que l'argile est de la même essence que le quartz, et qu'elle n'en diffère que par l'atténuation de ses molécules réduites en terre par l'impression de l'acide primitif et de l'eau.

Et ce même acide aérien, en agissant dès les premiers temps sur la matière quartzeuse, y a pris une base qui l'a fixé et en a fait l'acide le plus puissant de tous, l'acide vitriolique, qui, dans le fond, ne diffère de l'acide primitif que par sa fixité, et par la masse et la force que lui donne la substance vitrifiable qui lui sert de base; mais l'acide aérien étant répandu dans toute l'étendue de l'air, de la terre, et des eaux, et le globe entier n'étant dans le premier temps qu'une masse vitrifiée, cet acide primitif a pénétré toutes les poudres vitreuses, et les ayant atténuées, ramollies, et humectées par son union avec l'eau, les a peu à peu décomposées, et enfin converties en terres argileuses.

ALUN.

L'acide aérien s'étant d'abord combiné avec les poudres du quartz et des autres verres primitifs, a produit l'acide vitriolique par son union avec cette terre vitrifiée, laquelle s'étant ensuite convertie et réduite en argile par cette action même de l'acide et de l'eau, cet acide vitriolique s'y est conservé et s'y manifeste sous la forme d'alun, et l'on ne peut douter que ce sel ne soit composé d'acide vitriolique et de terre argileuse. Mais cette terre de l'alun est-elle de l'argile pure, comme M. Bergman et d'après lui la plupart des chimistes récens le prétendent ? Il me semble qu'il y a plusieurs raisons d'en douter, et qu'on peut croire avec fondement que cette argile qui sert de base à l'alun n'est pas pure, mais mélangée d'une certaine quantité de terre limoneuse et calcaire, qui toutes deux contiennent de l'alcali.

1° Deux de nos plus savans chimistes, MM. Macquer et Baumé, ont reconnu des indices de substances alcalines dans cette terre. « Quoique essentiellement argileuse, dit M. Macquer, la terre de l'alun paroît cependant exiger un certain degré de calcination, et *même le concours des sels alcalis*, pour former facilement et abondamment de l'alun avec de l'acide vitriolique ; et M. Baumé est parvenu à réduire l'alun en une espèce de sélénite, en combinant avec ce sel la plus grande quantité possible de *sa propre terre.* » Cela me paroît indiquer assez clairement que cette terre qui sert de base à l'alun n'est pas une argile pure, mais une terre vitreuse mélangée de substances alcalines et calcaires.

2° M. Fougeroux de Bondaroy, l'un de nos savans académiciens, qui a fait une très-bonne description de la carrière dont on tire l'alun de Rome, dit expressément : « Je regarde cette pierre d'alun comme calcaire, puisqu'elle se calcine au feu.... La chaux que l'on fait de cette pierre a la propriété de se durcir sans aucun mélange de sable ou d'autres terres, lorsque après avoir été humectée on la laisse sécher. » Cette observation de M. de Bondaroy semble démontrer que les pierres de cette carrière de la *Tolfa,* dont on tire l'alun de Rome, seroient de la même nature que nos pierres à plâtre, si la matière calcaire n'y étoit pas mêlée d'une plus grande quantité d'argile. Ce sont, à mon avis, des marnes plus argileuses que calcaires, qui ont été pénétrées de l'acide vitriolique, et qui par conséquent peuvent fournir également de l'alun et de la sélénite.

3° L'alun ne se tire pas de l'argile blanche et pure, qui est de première formation, mais des glaises ou argiles impures, qui sont de seconde formation, et qui toutes contiennent des corps marins, et sont par conséquent mélangées de substances calcaires, et souvent aussi de terre limoneuse.

4° Comme l'alun se tire aussi des pyrites, et même en grande quantité, et que les pyrites contiennent de la terre ferrugineuse et limoneuse, il me semble qu'on peut en inférer que la terre qui sert de base à l'alun est aussi mélangée de terre limoneuse ; et je ne sais si le grand boursouflement que ce sel prend au feu ne doit être attribué qu'à la réfraction de son eau de cristallisation, et si cet effet ne provient pas, du moins en partie, de la nature de la terre limoneuse, qui, comme je l'ai dit, se boursoufle au feu, tandis que l'argile pure y prend de la retraite.

5° Et ce qui me paroît encore plus décisif, c'est que l'acide vitriolique, même le plus concentré, n'a aucune action sur la terre vitrifiable pure, et qu'il ne l'attaque qu'autant qu'elle est mélangée de parties alcalines. Il n'a donc pu former l'alun avec la terre vitrifiable simple ou avec l'argile pure, puisqu'il n'auroit pu les saisir pour en faire la base de ce sel, et qu'en effet il n'a saisi l'argile qu'à cause des substances calcaires ou limoneuses dont cette terre vitrifiable s'est trouvée mélangée.

Quoi qu'il en soit, il est certain que toutes les matières dont on tire l'alun ne sont ni purement vitreuses ni purement calcaires ou limoneuses, et que les pyrites, les pierres d'alun, et les terres alumineuses, contiennent non seulement de la terre vitrifiable ou de l'argile en grande quantité, mais aussi de la terre calcaire ou limoneuse en petite quantité. Ce n'est que quand cette terre de l'alun a été travaillée par des opérations qui en ont séparé les terres calcaires ou limoneuses, qu'elle a pu devenir une argile pure sous la main de nos chimistes. Cependant M. le baron de Dietrich prétend « que la pierre qui fournit l'alun et que l'on tire à la Tolfa est une véritable argile qui ne contient point, ou *très-peu,* de parties calcaires; que la petite quantité de sélénite qui se forme

pendant la manipulation ne prouve pas qu'il y ait de la terre calcaire dans la pierre d'alun...., et que la chaux qui produit la sélénite peut très-bien provenir des eaux avec lesquelles on arrose la pierre après l'avoir calcinée. » Mais quelque confiance que puissent mériter les observations de cet habile minéralogiste, nous ne pouvons nous empêcher de croire que la terre dont on retire l'alun ne soit composée d'une grande quantité d'argile et d'une certaine portion de terre limoneuse et de terre calcaire. Nous ne croyons pas qu'il soit nécessaire d'insister sur les raisons que nous venons d'exposer, et qui me semblent décisives : l'impuissance de l'acide vitriolique sur les matières vitrifiables suffit seule pour démontrer qu'il n'a pu former l'alun avec l'argile pure. Ainsi l'acide vitriolique a existé long-temps avant l'alun, qui n'a pu être produit qu'après la naissance des coquillages et des végétaux, puisque leurs détrimens sont entrés dans sa composition.

La nature ne nous offre que très-rarement, et en bien petite quantité, de l'alun tout formé. On a donné à cet alun natif le nom d'*alun de plume*, parce qu'il est cristallisé en filets qui sont arrangés comme les barbes d'une plume. Ce sel se présente plus souvent en efflorescence de formes différentes sur la surface de quelques minéraux pyriteux ; sa saveur est acerbe et styptique, et son action très-astringente. Ces effets, qui proviennent de l'acide vitriolique, démontrent qu'il est plus libre et moins saturé dans l'alun que dans la sélénite, qui n'a point de saveur sensible ; et en général le plus ou moins d'action de toute matière saline dépend de cette différence : si l'acide est pleinement saturé par la matière qu'il a saisie, comme dans l'argile et le gypse, il n'a plus de saveur ; et moins il est saturé, comme dans l'alun et les vitriols métalliques, plus il est corrosif. Cependant la qualité de la base dans chaque sel influe aussi sur sa saveur et son action; car plus la matière de ces bases est dense et pesante, plus elle acquiert de masse et de puissance par son union avec l'acide, et plus la saveur du sel qui en résulte a de force.

Il n'y a point de mines d'alun proprement dites, puisqu'on ne trouve nulle part ce sel en grandes masses, comme le sel marin, ni même en petites masses, comme le vitriol ; mais on le tire aisément des argiles qui portent le nom de *terres alumineuses*, parce qu'elles sont plus chargées d'acide, et peut-être plus mélangées de terre limoneuse ou calcaire que les autres argiles. Il en est de même de ces pierres d'alun dont nous venons de parler, et qui sont *argilo-calcaires :* on le retire aussi des pyrites, dans lesquelles l'acide vitriolique se trouve combiné avec la terre ferrugineuse et limoneuse. La simple lessive à l'eau chaude suffit pour extraire ce sel des terres alumineuses ; mais il faut laisser effleurir les pyrites à l'air, ainsi que ces pierres d'alun, ou les calciner au feu et les réduire en poudre avant de les lessiver pour en obtenir l'alun.

L'eau bouillante dissout ce sel plus promptement et en bien plus grande quantité que l'eau froide ; il se cristallise par l'évaporation et le refroidissement. La figure de ces cristaux varie comme celle de tous les autres sels. M. Bergman assure néanmoins que quand la cristallisation de l'alun n'est pas troublée, il forme des octaèdres parfaits [1], transparens et sans couleur, comme l'eau. Cet habile et laborieux chimiste prétend aussi s'être assuré que ces cristaux contiennent trente-neuf parties d'acide vitriolique, seize parties et demie d'argile pure, et quarante-cinq parties et demie d'eau. Mais je soupçonne que dans son eau, et peut-être même dans son acide vitriolique, il est resté de la terre calcaire ou limoneuse ; car il est certain que la base de l'alun en contient. L'acide, quoique en si grande quantité relativement à celle de la terre qui lui sert de base, est néanmoins si fortement uni avec cette terre, qu'on ne peut l'en séparer par le feu le plus violent : il n'y a d'autre moyen de les désunir qu'en offrant à cet acide des alcalis, ou quelques matières inflammables avec lesquelles il ait encore plus d'affinité qu'avec sa terre. On retire par ce moyen l'acide vitriolique de l'alun calciné; on en forme du soufre artificiel, et du pyrophore qui a la propriété de s'enflammer par le seul contact de l'air.

L'alun qui se tire des matières pyriteuses s'appelle dans le commerce *alun de glace* ou *alun de roche :* il est rarement pur, parce qu'il retient presque toujours quelques parties métalliques, et qu'il est mêlé de vitriol de fer. L'alun connu sous le nom d'*alun de Rome* est plus épuré et sans mélange sensible de vitriol de fer, quoiqu'il soit un peu

1. M. Desmeste dit, avec plus de fondement ce me semble, « que ce sel se cristallise en effet en octaèdres rectangles lorsqu'il est avec excès d'acide, mais que la forme de ces octaèdres varie beaucoup ; que leurs côtés et leurs angles sont souvent tronqués, et que d'ailleurs il a vu des cristaux d'alun parfaitement cubiques, et d'autres rectangles. »

rouge : on le tire en Italie des pierres alumineuses de la carrière de la Tolfa. Il y a de semblables carrières de pierres d'alun en Angleterre, particulièrement à Whitby, dans le comté d'York, ainsi qu'en Saxe, en Suède, en Norwège, et dans les pays de Hesse et de Liége, de même que dans quelques provinces d'Espagne. On extrait l'alun dans ces différentes mines à peu près par les mêmes procédés qui consistent à faire effleurir à l'air, pendant un temps suffisant, la terre ou pierre alumineuse, à la lessiver ensuite, et à faire cristalliser l'alun par l'évaporation de l'eau [1]. L'alun de Rome est celui qui est le plus estimé, et qu'on assure être le plus pur. Tous les aluns sont, comme l'on voit, des productions de notre art, et le seul sel de cette espèce que la nature nous offre tout formé est l'alun de plume, qui ne se trouve que dans les cavités où suintent et s'évaporent les eaux chargées de ce sel en dissolution. Cet alun est très-pur; mais nulle part il n'est en assez grande quantité pour faire un objet de commerce, et encore moins pour fournir à la consommation que l'on fait de l'alun dans plusieurs arts et métiers.

Ce sel a en effet des propriétés utiles, tant pour la médecine que pour les arts, et surtout pour la teinture et la peinture. La plupart des pastels ne sont que des terres d'alun teintes de différentes couleurs. Il sert à la teinture en ce qu'il a la propriété d'ouvrir les pores et d'entamer la surface des laines et des soies qu'on veut teindre, et de fixer les couleurs jusque dans leur substance; il sert aussi à la préparation des cuirs, à lisser le papier, à argenter le cuivre, à blanchir l'argent, etc. ; mis en suffisante quantité sur la poudre à canon, il la préserve de l'humidité et même de l'inflammation; il s'oppose aussi à l'action du feu sur le bois et sur les autres matières combustibles, et les empêche de brûler si elles en sont fortement imprégnées : on le mêle avec le suif pour rendre les chandelles plus fermes : on frotte d'alun calciné les formes qui servent à imprimer les toiles et papiers, pour y faire adhérer les couleurs; on en frotte de même les balles d'imprimerie pour leur faire prendre l'encre, etc.

Les Asiatiques ont, avant les Européens, fait usage de l'alun ; les plus anciennes fabriques de ce sel étoient en Syrie et aux environs de Constantinople et de Smyrne, dans le temps des califes, et ce n'est que vers le milieu du quinzième siècle que les Italiens transportèrent l'art de fabriquer l'alun dans leur pays, et que l'on découvrit les mines alumineuses d'*Ischia*, de Viterbe, etc. Les Espagnols établirent ensuite, dans le seizième siècle, une manufacture d'alun près de Carthagène, à *Almazaran*, et cet établissement subsiste encore. Depuis ce temps, on a fabriqué de l'alun en Angleterre, en Bohême, et dans d'autres provinces de l'Allemagne; et aujourd'hui on en connoît sept manufactures en Suède, dont la plus considérable est celle de *Garphyttau* dans la Noricie.

Il y a en France assez de mines pyriteuses et même assez de terres alumineuses pour qu'on pût y faire tout l'alun dont on a besoin sans l'acheter de l'étranger; et néanmoins je n'en connois qu'une seule petite manufacture en Roussillon, près des Pyrénées : cependant on en pourroit fabriquer de même en Franche-Comté, où il y a une grande quantité de terres alumineuses à quelque distance de Norteau. M. de Gensanne, qui a reconnu ces terres, en a aussi trouvé en Vivarais, près de la Gorce. « Plusieurs veines de cette terre alumineuse sont, dit-il, parsemées de charbon *jayet*, et l'on y trouve par intervalles de l'alun natif. » Il y a aussi près de Soyons des mines de couperose et d'alun. On voit encore beaucoup de terres alumineuses aux environs de Roquefort et de Cascastel ; d'autres près de Cornillon, dans le diocèse d'Uzès, dans lesquelles l'alun se forme naturellement : mais combien n'avons-nous pas d'autres richesses que nous foulons aux pieds, non par dédain ni par défaut d'industrie, mais par les obstacles qu'on met ou le peu d'encouragement que l'on donne à toute entreprise nouvelle !

1. Dans quelques-unes de ces exploitations on fait griller le minerai ; mais, comme le remarque très-bien M. Jars, cette opération n'est bonne que pour celles de ces mines qui sont très-pyriteuses, et seroit pernicieuse dans les autres, où la combustion détruiroit une portion de l'alun, et qu'il suffit de laisser effleurer à l'air, où elles s'échauffent d'elles-mêmes.

AUTRES COMBINAISONS
DE L'ACIDE VITRIOLIQUE.

Nous venons de voir que cet acide, le plus fort et le plus puissant de tous, a saisi les terres argileuses et calcaires, dans lesquelles il se manifeste sous la forme d'alun et de sélénite; que l'argile et le plâtre, quoique imprégnés de cet acide, n'ont néanmoins aucune saveur saline, parce qu'il y a excès de terre sur la quantité d'acide, et qu'il y est pleinement saturé : que l'alun, au contraire, dont la base n'est que de la terre argileuse mêlée d'une petite portion de terre alcaline, a une saveur styptique et des effets astringens, parce que l'acide n'y est pas saturé; qu'il en est de même de tous les vitriols métalliques, dont la base étant d'une matière plus dense que la terre vitreuse ou calcaire, a donné à ces sels plus de masse et de puissance. Nous avons vu que les terres alumineuses ne sont que des argiles mélangées et plus fortement imprégnées que les autres d'acide vitriolique; que l'alun, qu'on peut regarder comme un vitriol à base terreuse, retient dans ses cristaux une quantité d'eau plus qu'égale à la moitié de son poids, et que cette eau n'est pas essentielle à sa substance saline, puisqu'il la perd aisément au feu sans se décomposer; qu'il s'y boursoufle comme la terre limoneuse, et qu'en même temps qu'il se laisse dépouiller de son eau, il retient très-fixement l'acide vitriolique, et devient, après la calcination, presque aussi corrosif que cet acide même.

Maintenant, si nous examinons les autres matières avec lesquelles cet acide se trouve combiné, nous reconnoîtrons que l'alcali minéral ou marin, qui est le seul sel alcali naturel, et qui est universellement répandu, est aussi le seul avec lequel l'acide vitriolique se soit naturellement combiné sous la forme d'un sel cristallisé, auquel on a donné le nom du chimiste *Glauber*. On trouve ce sel dans l'eau de la mer, et généralement dans toutes les eaux qui tiennent du sel gemme ou marin en dissolution; mais la nature n'en a formé qu'une très-petite quantité en comparaison de celle du sel gemme ou marin, qui diffère de ce sel de Glauber en ce que ce n'est pas l'acide vitriolique, mais l'acide marin qui est uni avec l'alcali dans le sel marin, qui, de tous les sels naturels, est le plus abondant.

Lorsque l'on combine l'acide vitriolique avec l'alcali végétal, il en résulte un sel cristallisable, d'une saveur amère et salée, auquel on a donné plusieurs noms différens, et singulièrement celui de *tartre vitriolé.* Ce sel, qui est dur et qui décrépite au feu, ne se dissout que difficilement dans l'eau, et ne se trouve pas cristallisé par la nature, quoique tous les sels formés par l'acide vitriolique puissent se cristalliser.

L'acide vitriolique qui se combine dans les terres vitreuses, calcaires et métalliques, et se présente sous la forme d'alun, de sélénite et de vitriol, se trouve encore combiné dans le sel d'Epsom avec la *magnésie*, qui est une terre particulière différente de l'argile, et qui paroît avoir aussi quelques propriétés qui la distinguent de la terre calcaire. En la supposant mixte et composée des deux, elle approche beaucoup plus de la craie que de l'argile. Cette terre *magnésie* ne se trouve point en grandes masses comme les argiles, les craies, les plâtres, etc.; néanmoins elle est mêlée dans plusieurs matières vitreuses et calcaires : on l'a reconnue par l'analyse chimique dans les schistes bitumineux, dans les terres plâtreuses, dans les marnes, dans les pierres appelées *serpentines*, dans l'*ampelite;* et l'on a observé qu'elle forme à la surface et dans les interstices de ces matières un sel amer fort abondant. L'acide vitriolique est combiné dans ce sel jusqu'à saturation; et lorsqu'on l'en retire en lui offrant un alcali, la magnésie qui lui servoit de base se présente sous la forme d'une terre blanche, légère, sans saveur, et presque sans ductilité lorsqu'on la mêle avec l'eau. Ces propriétés lui sont communes avec les pierres calcaires imprégnées d'acide vitriolique, dont sans doute la magnésie retient encore quelques parties après avoir été précipitée de la dissolution de son sel; elle se rapproche encore plus de la nature de la terre calcaire, en ce qu'elle fait une grande effervescence avec tous les acides, et qu'elle fournit de même

une très-grande quantité d'air fixe ou d'acide aérien, et qu'après avoir perdu cet air par la calcination, elle se dissout comme la chaux dans tous les acides : seulement cette magnésie calcinée n'a pas la causticité de la chaux, et ne se dissout pas de même lorsqu'on la mêle avec l'eau; ce qui la rapproche de la nature du plâtre. Cette différence de la chaux vive et de la magnésie calcinée semble provenir de la plus grande puissance avec laquelle la chaux retient l'acide aérien, que la calcination n'enlève qu'en partie à la terre calcaire, et qu'elle enlève en plus grande quantité de la magnésie. Cette terre n'est donc au fond qu'une terre calcaire, qui, d'abord imprégnée, comme le plâtre, d'acide vitriolique, se trouve encore plus abondamment fournie d'acide aérien que la pierre calcaire ou le plâtre; et ce dernier acide est la seule cause de la différence des propriétés de la magnésie et des qualités particulières de son sel : il se forme en grande quantité à la surface des matières qui contiennent de la magnésie; l'eau des pluies ou des sources le dissout et l'emporte dans les eaux dont on le tire par l'évaporation; et ce sel formé de l'acide vitriolique à base de magnésie a pris son nom de la fontaine d'*Epsom* en Angleterre, de l'eau de laquelle on le tire en grande quantité. M. Brownrigg assure avoir trouvé du sel d'Epsom cristallisé dans les mines de charbon de Whitehaven; il étoit en petites masses solides, transparentes, et en filamens blancs argentins, tantôt réunis, tantôt isolés, dont quelques-uns avoient jusqu'à trois pouces de longueur.

La saveur de ce sel n'est pas piquante; elle est même fraîche, mais suivie d'un arrière-goût amer; sa qualité n'est point astringente : il est donc en tout très-différent de l'alun; et comme il diffère aussi de la sélénite par sa saveur et par sa solubilité dans l'eau, on a jugé que la magnésie qui lui sert de base étoit une terre entièrement différente de l'argile et de la craie, d'autant que cette même magnésie combinée avec d'autres acides, tels que l'acide nitreux ou celui du vinaigre, donne encore des sels différens de ceux que l'argile ou la terre calcaire donnent en les combinant avec ces mêmes acides. Mais si l'on compare ces différences avec les rapports et les ressemblances que nous venons d'indiquer entre la terre calcaire et la magnésie, on ne pourra douter, ce me semble, qu'elle ne soit au fond une vraie terre calcaire, d'abord pénétrée d'acide vitriolique, et ensuite modifiée par l'acide aérien, et peut-être aussi par l'alcali végétal, dont elle paroît avoir plusieurs propriétés.

La seule chose qui pourroit faire penser que cette magnésie est mêlée d'une petite quantité d'argile, c'est que, dans les matières argileuses, elle est si fortement unie à la terre alumineuse, qu'on a de la peine à l'en séparer; mais cet effet prouve seulement que la terre de l'alun n'est pas une argile pure, et qu'elle contient une certaine quantité de terre alcaline. Ainsi, tout considéré, je regarde la magnésie comme une sorte de plâtre; ces deux matières sont également imprégnées d'acide vitriolique, elles ont les mêmes propriétés essentielles; et quoique la magnésie ne se présente pas en grandes masses comme le plâtre, elle est peut-être en aussi grande quantité sur la terre et dans l'eau; car on en retire des cendres de tous les végétaux, et plus abondamment des *eaux-mères*, du nitre, et du sel marin, autre preuve que ce n'est au fond qu'une terre calcaire modifiée par la végétation et la putréfaction.

L'acide vitriolique, en se combinant avec les huiles végétales, a formé les bitumes et s'est pleinement saturé; car il n'a plus aucune action sur le bitume, qui n'a pas plus de saveur sensible que l'argile et le plâtre, dans lesquels cet acide est de même pleinement saturé.

Si l'on expose à l'action de l'acide vitriolique les substances végétales et animales dans leur état naturel, « il agit à peu près comme le feu ; s'il est bien concentré, il les dessèche, les crispe, et les réduit presque à l'état charbonneux ; et de là on peut juger qu'il en altère souvent les principes en même temps qu'il les sépare. » Ceci prouve bien que cet acide n'est pas uniquement composé des principes aqueux et terreux, comme Stahl et ses disciples l'ont prétendu, mais qu'il contient aussi une grande quantité d'air actif et de feu réel. Je crois devoir insister ici sur ce que j'ai déjà dit à ce sujet; parce que le plus grand nombre des chimistes pensent que l'acide vitriolique est l'acide primitif, et que, pour le prouver, ils ont tâché d'y ramener ou d'en rapprocher tous les autres acides. Or leur grand maître en chimie a voulu établir sa théorie des sels sur deux idées dont l'une est générale, l'autre particulière : la première, *que l'acide vitriolique est l'acide universel et le seul principe salin qu'il y ait dans la nature, et que toutes les autres substances salines, acides, ou alcalines, ne*

sont que des modifications de cet acide altéré, enveloppé, déguisé par des substances accessoires. Nous n'avons pas adopté cette idée, qui néanmoins a le mérite de se rapprocher de la simplicité de la nature. L'acide vititriolique sera, si l'on veut, le second acide ; mais l'acide aérien est le premier, non seulement dans l'ordre de leur formation, mais encore parce qu'il est le plus pur et le plus simple de tous, n'étant composé que d'air et de feu, tandis que l'acide vitriolique et tous les autres acides sont mêlés de terre et d'eau. Nous nous croyons donc fondés à regarder l'acide aérien comme l'acide primitif, et nous pensons qu'il faut substituer cette idée à celle de ce grand chimiste, qui le premier a senti qu'on devoit ramener tous les acides à un seul acide primitif et universel. Mais sa seconde supposition, *que cet acide universel n'est composé que de terre et d'eau,* ne peut se soutenir, non seulement parce que les effets ne s'accordent point avec la cause supposée, mais encore parce que cette idée particulière et secondaire me paroît opposée et même contraire à toute théorie, puisqu'alors l'air et feu, les deux principaux agens de la nature, seroient exclus de toute substance essentiellement saline et réellement active, attendu que toutes ne contiendroient que ce même principe salin, uniquement composé de terre et d'eau.

Dans la réalité, l'acide est, après le feu, l'agent le plus actif de la nature ; et c'est par le feu et par l'air contenus dans sa substance qu'il est actif, et qu'il le devient encore plus lorsqu'il est aidé de la chaleur, ou lorsqu'il se trouve combiné avec des substances qui contiennent elles - mêmes beaucoup d'air et de feu, comme dans le nitre : il devient, au contraire, d'autant plus foible qu'il est mêlé d'une plus grande quantité d'eau, comme dans les cristaux d'alun, la crème de tartre, les sels ou les sucs des plantes fermentées ou non fermentées, etc.

Les chimistes ont avec raison distingué les substances salines par elles - mêmes des matières qui ne sont salines que par le mélange des principes salins avec d'autres substances. « Tous les acides et alcalis minéraux, végétaux, et animaux, tant fixes que volatils, *fluors* ou concrets, doivent, dit M. Macquer, être regardés comme des substances salines par elles - mêmes ; il y a même quelques autres substances qui n'ont point de propriétés acides ou alcalines décidées, mais qui, ayant celles des sels en général et pouvant communiquer les propriétés salines aux composés dans lesquels elles entrent, peuvent par cette raison être regardées comme des substances essentiellement salines : tels sont l'arsenic et le sel sédatif..... Toutes ces substances, quoique essentiellement salines, diffèrent beaucoup entre elles, surtout par les degrés de force et d'activité, et par leur attraction plus ou moins grande avec les matières dans lesquelles elles peuvent se combiner ; comparez, par exemple, la force de l'acide vitriolique avec la foiblesse de l'acide du tartre.... Les acides minéraux sont plus forts que les acides tirés des végétaux et des animaux ; et parmi les acides minéraux l'acide vitriolique est le plus fort, le plus inaltérable, et par conséquent le plus pur, le plus simple, le plus sensiblement et essentiellement sel... Parmi les autres substances salines, celles qui paroissent les plus actives, les plus simples, telles que les *autres acides minéraux, nitreux, et marins*, sont en même temps celles dont les propriétés *se rapprochent le plus de celles l'acide vitriolique.* On peut faire prendre à l'acide vitriolique plusieurs des propriétés caractéristiques de l'acide nitreux en le combinant d'une certaine manière avec le principe inflammable, comme on le voit par l'exemple de l'acide sulfureux volatil : les acides huileux végétaux deviennent d'autant plus forts, et plus *semblables à l'acide vitriolique,* qu'on les dépouille plus exactement de leurs principes huileux, et peut-être parviendroit-on *à les réduire en acide vitriolique pur* en multipliant les opérations ; et réciproquement l'acide vitriolique et le nitreux, affoiblis par l'eau et traités avec une grande quantité de matières huileuses, et encore mieux avec l'esprit - de - vin, prennent des caractères d'acides végétaux... Les propriétés des alcalis fixes semblent, à la vérité, s'éloigner beaucoup de celles des acides en général, et par conséquent de l'acide vitriolique : cependant comme il entre dans la composition des alcalis fixes une grande quantité de terre, qu'on peut séparer beaucoup de cette terre par des distillations et calcinations réitérées, et qu'à mesure qu'on dépouille ces substances salines de leur principe terreux elles deviennent d'autant moins fixes et d'autant plus déliquescentes, en un mot, qu'elles *se rapprochent d'autant plus de l'acide vitriolique* à cet égard, il ne paroîtra pas hors de vraisemblance que les *alcalis puissent devoir leurs propriétés salines à un principe salin de la nature de l'acide vitriolique*, mais beaucoup déguisé

par la quantité de terre et vraisemblablement des principes inflammables auxquels il est joint dans ces combinaisons ; et les alcalis volatils sont des matières salines essentiellement de même nature que l'alcali fixe, et qui ne doivent leur volatilité qu'à une différente proportion et combinaison de leurs principes prochains. »

J'ai cru devoir rapporter tous ces faits, avoués par les chimistes, et tels qu'ils sont consignés dans les ouvrages d'un des plus savants et des plus circonspects d'entre eux, pour qu'on ne puisse plus douter de l'unité du principe salin ; qu'on cesse de voir les acides nitreux et marin, et les acides végétaux et animaux, comme essentiellement différens de l'acide vitriolique, et qu'enfin on s'habitue à ne pas regarder les alcalis comme des substances salines d'une nature opposée et même contraire à celle des acides : c'étoit l'opinion dominante depuis plus d'un siècle, parce qu'on ne jugeoit de l'acide et de l'alcali qu'en les opposant l'un à l'autre, et qu'au lieu de chercher ce qu'ils ont de commun et de semblable, on ne s'attachoit qu'à la différence que présentent leurs effets, sans faire attention que ces mêmes effets dépendent moins de leurs propriétés salines que de la quantité des substances accessoires dont ils sont mélangés, et dans lesquelles le principe salin ne peut se manifester sous la même forme, ni s'exercer avec la même force et de la même manière que dans l'acide, où il n'est ni contraint ni masqué.

Et cette conversion des acides et des alcalis, qui, dans l'opinion de Stahl, peuvent tous se ramener à l'acide vitriolique, est supposée réciproque ; en sorte que cet acide peut devenir lui-même un alcali ou un autre acide : mais tous, sous quelque forme qu'ils se présentent, proviennent originairement de l'acide aérien.

Reprenant donc le principe salin dans son essence et sous sa forme la plus pure, c'est-à-dire sous celle de l'acide aérien, et le suivant dans ses combinaisons, nous trouverons qu'en se mêlant avec l'eau il en a formé des liqueurs spiritueuses ; toutes les eaux acidulenses et mousseuses, le vin, le cidre, la bière, ne doivent leurs qualités qu'au mélange de cet acide aérien qu'ils contiennent sous la forme d'air fixe : nous verrons qu'étant ensuite absorbé par ces mêmes matières, il leur donne l'aigreur du vinaigre, du tartre, etc. ; qu'étant entré dans la substance des végétaux et des animaux, il a formé l'acide animal et tous les alcalis par le travail de l'organisation. Cet acide primitif s'étant d'abord combiné avec la terre vitrifiée a formé l'acide vitriolique, lequel a produit avec les substances métalliques les vitriols de fer, de cuivre, et de zinc ; avec l'argile et la terre calcaire, l'alun et la sélénite ; le sel de Glauber avec l'alcali minéral, et le sel d'*Epsom* ou de *Sedlitz* avec la magnésie.

Ce sont là les principales combinaisons sous lesquelles se présente l'acide vitriolique ; car nulle part on ne le trouve dans son état de pureté et sous sa forme liquide ; et cela par la raison que, ayant une très-grande tendance à s'unir avec le feu libre avec l'eau, et avec la plupart des substances terreuses et métalliques, il s'en saisit partout, et ne demeure nulle part sous cette forme liquide que nous lui connoissons lorsqu'il est séparé, par notre art, de toutes les substances auxquelles il est naturellement uni. Cet acide, bien déflegmé et concentré, pèse spécifiquement plus du double de l'eau, et par conséquent beaucoup plus que la terre commune ; et comme sa fluidité diminue à mesure qu'on le concentre, on doit croire que si l'on pouvoit l'amener à un état concret et solide, il auroit plus de densité que les pierres calcaires et les grès [1] : mais comme il a une très-grande affinité avec l'eau, et que même il attire l'humidité de l'air, il n'est pas étonnant que, ne pouvant être condensé que par une forte chaleur, il ne se trouve jamais sous une forme sèche et solide dans le sein de la terre.

Dans les eaux qui découlent des collines calcaires, et qui se rassemblent sur la glaise qui leur sert de base, l'acide vitriolique de la glaise se trouve combiné avec la terre calcaire : ces eaux contiennent donc de la sélénite en plus ou moins grande quantité ; et c'est de là que vient la crudité de presque toutes les eaux de puits ; la sélénite dont elles sont imprégnées leur donne une sorte de sécheresse dure qui les empêche de se mêler au savon, et de pénétrer les pois et autres graines que l'on veut faire cuire. Si l'eau a filtré profondément dans l'épaisseur de la glaise, la saveur de l'acide vitriolique y devient plus sensible, et dans les lieux qui recèlent les feux souterrains, ces eaux deviennent sulfureuses par leur mélange avec l'acide sulfureux volatil, etc.

1. En supposant que l'eau distillée pèse dix mille, le grès des tailleurs de pierre ne pèse que vingt mille huit cent cinquante-cinq : ainsi l'acide vitriolique bien concentré, pesant plus du double de l'eau, pèse au moins autant que le grès.

L'acide aérien et primitif, en se combinant avec la terre calcaire, a produit l'acide marin, qui est moins fixe et moins puissant que le vitriolique, et auquel cet acide aérien a communiqué une partie de sa volatilité. Nous exposerons les propriétés particulières de cet acide dans les articles suivans.

ACIDES DES VÉGÉTAUX ET DES ANIMAUX.

La formation des acides végétaux et animaux par l'acide aérien est encore plus immédiate et plus directe que celle des acides minéraux, parce que cet acide primitif a pénétré tous les corps organisés, et qu'il y réside sous sa forme propre et en grande quantité.

Si l'on vouloit compter les acides végétaux par la différence de leur saveur, il y en auroit autant que de plantes et de fruits, dont le goût agréable ou répugnant est varié presque à l'infini: ces végétaux plus ou moins fermentés présenteroient encore d'autres acides plus développés et plus actifs que les premiers; mais tous proviennent également de l'acide aérien.

Les acides végétaux que les chimistes ont le mieux examinés sont ceux du vinaigre et du tartre, et ils n'ont fait que peu d'attention aux acides des végétaux non fermentés. Tous les vins, et en particulier celui du raisin, se font par une première fermentation de la liqueur des fruits, et cette première fermentation leur ôte la saveur sucrée qu'ils ont naturellement; ces liqueurs vineuses exposées à l'air, c'est-à-dire à l'action de l'acide aérien, l'absorbent et s'aigrissent: l'acide primitif est donc également la cause de ces deux fermentations; il se dégage dans la première, et se laisse absorber dans la seconde. Le vinaigre n'est formé que par l'union de cet acide aérien avec le vin, et il conserve seulement une petite quantité d'huile inflammable ou d'esprit-de-vin qui le rend spiritueux; aussi s'évapore-t-il à l'air, et il n'en attire pas l'humidité comme les acides minéraux: d'ailleurs il est mêlé, comme le vin, de beaucoup d'eau, et le moyen le plus sûr et le plus facile de concentrer le vinaigre est de l'exposer à une forte gelée; l'eau qu'il contient se glace, et ce qui reste est un vinaigre très-fort, dans lequel l'acide est concentré: mais il faut s'attendre à ne tirer que cinq pour cent d'un vinaigre qu'on fait ainsi geler, et ce vinaigre concentré par la gelée est plus sujet à s'altérer que l'autre, parce que le froid qui lui a enlevé toute son eau ne lui fait rien perdre de son huile; il faut donc l'en dégager par la distillation pour l'obtenir et le conserver dans son état de pureté et de plus grande force. Cependant la pureté de cet acide n'est jamais absolue; quelque épuré qu'il soit, il retient toujours une certaine quantité d'huile éthérée qui ne peut que l'affoiblir; il n'a aucune action directe sur les matières vitreuses, et cependant il agit comme l'acide aérien sur les substances calcaires et métalliques; il convertit le fer en rouille, le cuivre en vert-de-gris, etc.; il dissout avec effervescence les terres calcaires, et forme avec elles un sel très-amer, qui s'effleurit à l'air. Il agit de même sur les alcalis: c'est par son union avec l'alcali végétal que se fait la *terre foliée* de tartre, qui est employée en médecine comme un puissant apéritif. On distingue dans la saveur de cette terre le goût du vinaigre et celui de l'alcali fixe dont elle est chargée, et elle attire, comme l'alcali, l'humidité de l'air: on peut aisément en dégager l'acide du vinaigre, en offrant à son alcali un acide plus puissant.

Le vinaigre dissout avec effervescence l'alcali fixe minéral et l'alcali volatil; cet acide forme avec le premier un sel dont les cristaux et les qualités sont à peu près les mêmes que celles de la terre foliée du tartre, et il produit avec l'alcali volatil un sel ammoniacal qui attire puissamment l'humidité de l'air. Enfin l'acide du vinaigre peut dissoudre toutes les substances animales et végétales. M. Gellert assure que cet acide, aidé d'une chaleur long-temps continuée, réduit en bouillie les bois les plus durs, ainsi que les cornes et les os des animaux.

Les substances qui sont susceptibles de fermentation contiennent du tartre tout formé, avant même d'avoir fermenté; il se trouve en grande quantité dans tous les sucs du raisin et des autres fruits sucrés: ainsi l'on doit regarder le tartre comme un produit immédiat de la végétation, qui ne souffre point d'altération par la fermentation, puisqu'ils se présente sous sa même forme dans

les résidus du vin et du vinaigre après la distillation.

Le tartre est donc un dépôt salin qui se sépare peu à peu des liqueurs vineuses, et prend une forme concrète et presque *pierreuse*, dans laquelle on distingue néanmoins quelques parties cristallisées: la saveur du tartre, quoique acide, est encore sensiblement *vineuse;* les chimistes ont donné le nom de *crème de tartre* au sel cristallisé que l'on en tire, et ce sel n'est pas simple; il est combiné avec l'alcali végétal. L'acide contenu dans ce sel de tartre se sépare de sa base par la seule action du feu; il s'élève en grande quantité et sous sa forme propre d'acide aérien, et la matière qui reste après cette séparation est une terre alcaline qui a les mêmes propriétés que l'acide fixe végétal: la preuve évidente que l'acide aérien est le principe salin de l'acide du tartre, c'est qu'en essayant de le recueillir il fait explosion et brise les vaisseaux.

Le sel de tartre n'attaque pas les matières vitreuses, et néanmoins il se combine et forme un sel avec la terre de l'alun: autre preuve que cette terre qui sert de base à l'alun n'est pas une terre vitreuse pure, mais mélangée de parties alcalines, calcaires, ou limoneuses; car l'acide du tartre agit avec une grande puissance sur les substances calcaires, et il s'unit avec effervescence à l'alcali fixe végétal; ils forment ensemble un sel auquel les chimistes ont donné le nom de *sel végétal.* Il s'unit de même et fait effervescence avec l'alcali minéral, et ils donnent ensemble un autre sel connu sous le nom de *sel de Seignette;* ces deux sels sont, au fond, de la même essence, et ne diffèrent pas plus l'un de l'autre que l'alcali végétal ne diffère de l'alcali minéral, qui, comme nous l'avons dit, sont essentiellement les mêmes. Nous ne suivrons pas plus loin les combinaisons de la crème de tartre, et nous observerons seulement qu'elle n'agit point du tout sur les huiles.

Au reste, le sel du tartre est l'un des moins solubles dans l'eau; il faut qu'elle soit bouillante, et en quantité vingt fois plus grande que celle du sel, pour qu'elle puisse le dissoudre.

Les vins rouges donnent du tartre plus ou moins rouge, et les vins blancs du tartre grisâtre, et plus ou moins blanc; leur saveur est à peu près la même et d'un goût plutôt aigrelet qu'acide.

Le sucre, dont la saveur est si agréable, est néanmoins un sel essentiel que l'on peut tirer en plus ou moins grande quantité de plusieurs végétaux: il est l'un des plus dissolubles dans l'eau; et lorsqu'on le fait cristalliser avec précaution, il donne de beaux cristaux: c'est ce sucre purifié que nous appelons *sucre candi.* Le principe acide de ce sel est encore évidemment l'acide aérien; car le sucre étant dissous dans l'eau pure fermente; et cet acide s'en dégage en partie par l'évaporation spiritueuse: le reste demeure fortement uni avec l'huile et la terre mucilagineuse, qui donnent à ce sel sa saveur douce et agréable. M. Bergman a obtenu un acide très-puissant en combinant le sucre avec une grande quantité d'acide nitreux: mais cet acide composé ne doit point être regardé comme l'acide principe du sucre, puisqu'il est formé par le moyen d'un autre acide qui en est différent; et quoique les propriétés de l'acide nitreux et de cet acide saccharin ne soient pas les mêmes, on ne doit pas en conclure, avec ce savant chimiste, que ce même acide saccharin n'ait rien emprunté de l'acide nitreux qu'on est obligé d'employer pour le former.

Les propriétés les mieux constatées et les plus évidentes des acides animaux sont les mêmes que celles des acides végétaux, et démontrent suffisamment que le principe salin est le même dans les uns et dans les autres; c'est également l'acide aérien, différemment modifié par la végétation ou par l'organisation animale, d'autant que l'on retire cet acide de plusieurs plantes aussi bien que des animaux. Les fourmis et la moutarde fournissent le même acide et en grande quantité. Cet acide est certainement aérien, car il est très-volatil; et si l'on met en distillation une masse de fourmis fraîches et qui n'aura pas eu le temps de fermenter, une grande partie de l'acide animal s'en dégage et se volatilise sous sa propre forme d'air fixe ou d'acide aérien; et cet acide recueilli et séparé de l'eau avec laquelle il a passé dans la distillation a les mêmes propriétés à peu près que l'acide du vinaigre: il se combine de même avec les alcalis fixes, et forme des sels qui, par l'odeur urineuse, décèlent leur origine animale.

Les chimistes récens ont donné le nom d'*acide phosphorique* à l'acide qu'ils ont tiré non seulement de l'urine et des excrémens, mais même des os et des autres parties solides des animaux: mais il en est à peu près de cet acide phosphorique des os comme de l'acide du sucre, parce qu'on ne peut obtenir le premier que par le moyen de l'acide vitriolique, et le second par celui de

l'acide nitreux; ce qui produit des acides composés, qui ne sont plus les vrais acides du sucre et des os, lesquels, considérés en eux-mêmes et dans leur simplicité, se réduiront également à la forme d'acide aérien; et s'il est vrai, comme le dit M. Proust, qu'on ait trouvé de l'acide phosphorique dans des mines de plomb blanches, on ne pourra guère douter qu'il ne puisse tirer en partie son origine de l'acide vitriolique.

Un de nos plus habiles chimistes[1] s'est attaché à prouver par plusieurs expériences, contre les assertions d'un habile chimiste, que l'acide phosphorique est tout formé dans les animaux, et qu'il n'est point le produit du feu ou de la fermentation. Cela se peut, et je serois même très-porté à le croire, pourvu que l'on convienne que cet acide phosphorique tout formé dans les animaux, ou dans les excrémens, n'est pas absolument le même que celui qu'on en tire en employant l'acide vitriolique, dont la combinaison ne peut que l'altérer et l'éloigner d'autant plus de sa forme originelle d'acide aérien, que le travail de l'organisation suffit pour le convertir en acide phosphorique, tel qu'on le retire de l'urine, sans le secours de l'acide vitriolique ni d'aucun autre acide.

1. M. Brongniart, démonstrateur en chimie aux écoles du Jardin du Roi. Il a fait sur ce sujet un grand nombre d'expériences par lesquelles il a reconnu que l'acide phosphorique est produit par une modification de l'acide aérien, qui s'en dégage en quantité considérable dans la décomposition de l'acide phosphorique, et même dans sa concentration. Si on fait brûler du phosphore en vaisseaux clos, on obtient une très-grande quantité d'air fixe ou acide aérien, et en même temps l'acide phosphorique coule le long des parois des récipiens; ce même acide, soumis ensuite à l'action du feu dans une cornue de verre, donne des vapeurs abondantes et presque incoercibles. Si, au lieu de faire brûler ainsi le phosphore, on l'expose seulement à l'action de l'air dans une atmosphère tempérée et humide, le phosphore se décompose en brûlant presque insensiblement; il donne une flamme très-légère, et laisse échapper une très-grande quantité d'air fixe: on peut s'en convaincre en imbibant un linge d'une solution alcaline caustique; au bout d'un certain laps de temps, l'alcali est saturé d'acide aérien, et cristallisé très-parfaitement. Ces expériences prouvent, d'une manière convaincante, que l'acide phosphorique est le résultat d'une modification particulière de l'acide aérien, qui ne peut avoir lieu qu'au moyen de la végétation et de l'animalisation.

ALCALIS ET LEURS COMBINAISONS.

De la même manière qu'on doit réduire tous les acides au seul acide aérien, on peut aussi lui ramener les alcalis, en les réduisant tous à l'alcali minéral ou marin; c'est même le seul sel que la nature nous présente dans un état libre et non *neutralisé*: on connoît cet alcali sous le nom de *natron*; il se forme contre les murs des édifices, ou sur la terre et les eaux dans les climats chauds. On m'en a envoyé de Suez des morceaux assez gros et assez purs; cependant il est ordinairement mêlé de terre calcaire[1]. Ce sel, auquel on a donné le nom d'*alcali minéral*, pourroit, comme le nitre, être placé dans le règne végétal, puisqu'il est de la même nature que l'alcali qu'on tire de plusieurs plantes qui croissent dans les terres voisines de la mer, et que d'ailleurs il paroît se former par le concours de l'acide aérien, et à peu près comme le salpêtre; mais celui-ci ne se présente nulle part en masses ni même en morceaux solides, au lieu que le natron, soit qu'il se forme sur la terre ou sur l'eau, devient compacte et même assez solide.

Les anciens ont parlé du natron sous le nom de *nitre*: sur quoi le P. Hardouin se trompe lorsqu'il dit que le *nitrum* de Pline est *exactement la même chose que notre salpêtre*; car il est clair que Pline, sous le nom de *nitre*, parle du natron, qui se forme, dit-il, dans l'eau de certains lacs d'Égypte, vers *Memphis* et *Naucratis*, et qui a la propriété qu'il lui attribue de conserver les corps; à sa causticité, augmentée par la falsification qu'en faisoient dès lors les Égyptiens en y mêlant de la chaux, on le recon-

1. Le natron qui nous vient d'Égypte se tire de deux lacs, l'un voisin du Caire, et l'autre à quelque distance d'Alexandrie; ces lacs sont secs pendant neuf mois de l'année, et se remplissent en hiver d'une eau qui découle des éminences voisines: cette eau saline n'est pas limpide, mais trouble et rougeâtre; les premières chaleurs du printemps la font évaporer, et le natron se forme sur le sol du lac, d'où on le tire en morceaux solides et grisâtres qui deviennent plus blancs en les exposant à l'air pour les laisser s'égoutter. On a donné le nom de *sel mural* au natron qui se forme contre les vieux murs: il est ordinairement mêlé d'une grande quantité de substance calcaire, et dans cet état il est neutralisé.

noît évidemment pour l'alcali minéral ou natron, bien différent du vrai nitre ou salpêtre.

On emploie le natron dans le Levant aux mêmes usages que nous employons la *soude*, et ces deux alcalis sont en effet de même nature. Nous tirions autrefois du natron d'Alexandrie, où s'en fait le commerce; et si ce sel alcalin étoit moins cher que le sel de soude, auquel il peut suppléer, et que nous tirons aussi de l'étranger, il ne faudroit pas abandonner ce commerce, qui paroît languir.

La plupart des propriétés de cet alcali minéral sont les mêmes que celles de l'alcali fixe végétal, et ils ne diffèrent entre eux que par quelques effets qu'on peut attribuer à l'union plus intime de la base terreuse dans l'alcali minéral que dans l'alcali végétal; mais tous deux sont essentiellement de la même nature.

C'est de la cendre des plantes qui contiennent du sel marin que l'on obtient l'alcali fixe végétal en grande quantité; et quoique tiré des végétaux, il est le même que l'alcali minéral ou marin; la différence de leurs effets n'est bien sensible que sur les acides végétaux et sur les huiles, dont ils font des sels de différentes sortes, et des savons plus ou moins fermes.

On obtient donc par la combustion et l'incinération des plantes qui croissent près de la mer, et qui par conséquent sont imprégnées de sel marin, on obtient, dis-je, en grande quantité l'alcali minéral ou sel marin, qui porte le nom de *soude*, et qu'on emploie dans plusieurs arts et métiers.

On distingue dans le commerce deux sortes de soudes : la première, qui provient de la combustion des kalis et autres plantes terrestres qui croissent dans les climats chauds et dans les terres voisines de la mer; la seconde, qu'on se procure de même par la combustion et la réduction en cendres des *fucus*, des *algues*, et des autres plantes qui croissent dans la mer même; et néanmoins la première soude contient beaucoup plus d'alcali marin que la seconde; et ce sel alcali est, comme nous l'avons dit, le même que le natron. Ainsi la nature sait former ce sel encore mieux que l'art : car nos soudes ne sont jamais pures; elles sont toujours mêlées de plusieurs autres sels, et surtout de sel marin; souvent elles contiennent aussi des parties ferrugineuses et d'autres matières terreuses qui ne sont point salines.

C'est par son alcali fixe que la soude produit tous ses effets : ce sel sert de fondant dans les verreries, et de détergent dans les blanchisseries; avec les huiles, il forme les savons, etc. Au reste, on peut employer la soude telle qu'elle est, sans en tirer le sel, si l'on ne veut faire que du verre commun; mais il la faut épurer pour faire des verres blancs et des glaces. Le sel marin, dont l'alcali de la soude est presque toujours mêlé, ne nuit point à la vitrification, parce qu'il est très-fusible, et qu'il ne peut que faciliter la fusion des sables vitreux, et entraîner les impuretés dont ils peuvent être souillés. Le *fiel du verre*, qui s'élève au dessus du verre fondu, n'est qu'un mélange de ces impuretés et des sels.

L'alcali fixe végétal ou minéral doit également sa formation au travail de la nature dans la végétation; car on le peut tirer également de tous les végétaux, dans lesquels il est seulement en plus ou moins grande quantité. Ce sel végétal, lorsqu'il est pur, se présente sous la forme d'une poudre blanche, mais non cristallisée; sa saveur est si violente et si caustique, qu'il brûleroit et cautériseroit la langue si on le goûtoit sans le délayer auparavant dans une grande quantité d'eau : il attire l'humidité de l'air en si grande abondance, qu'il se résout en eau. Cet alcali qu'on appelle *fixe* ne l'est néanmoins qu'à un feu très-modéré, car il se volatilise à un feu violent; et cela prouve assez que la chaleur peut le convertir en alcali volatil, et que tous deux sont au fond de la même essence. L'alcali fixe a plus de puissance que les autres sels pour vitrifier les substances terreuses ou métalliques : il les fait fondre et les convertit presque toutes en verre solide et transparent.

Les cendres de nos foyers contiennent de l'alcali fixe végétal; et c'est par ce sel qu'elles nettoient et détergent le linge par la lessive. Cet alcali que fournissent les cendres des végétaux est fort impur; cependant on en fait beaucoup dans les pays où le bois est abondant : on le connoît dans les arts sous le nom de *potasse;* et quoique impur, il est d'un grand usage dans les verreries, dans la teinture, et dans la fabrication du salpêtre.

C'est sans fondement qu'un de nos chimistes a prétendu que le tartre ne contient point d'alcali : cette opinion a été bien réfutée par M. Bernard. L'alcali fixe se trouve tout formé dans les végétaux; et le tartre, qui n'est qu'un de leurs résidus, ne peut manquer d'en contenir; et d'ailleurs la lie de vin brûlée et réduite en cendres fournit une grande quantité d'alcali aussi bon et même plus pur que celui de la soude.

C'est par la combinaison de l'acide marin avec l'alcali minéral que s'est formé le sel marin ou sel commun, dont nous faisons un si grand usage. Il se trouve non seulement dissous dans l'eau de toutes les mers et de plusieurs fontaines, mais il se présente encore en masses solides et en très-grand amas dans le sein de la terre; et quoique l'acide de ce sel, c'est-à-dire l'acide marin, provienne originairement de l'acide aérien, comme tous les autres acides, il a des propriétés particulières qui l'en distinguent; il est plus foible que les acides vitrolique et nitreux, et on l'a regardé comme le troisieme dans l'ordre des acides minéraux. Cette distinction est fondée sur la différence de leurs effets: l'acide marin est moins puissant, moins actif que les deux premiers, parce qu'il contient moins d'air et de feu, et d'ailleurs il acquiert des propriétés particulières par son union avec l'alcali; et s'il étoit possible de le dépouiller et de le séparer en entier de cette base alcaline, peut-être reprendroit-il les qualités de l'acide vitriolique ou de l'acide aérien, qui, comme nous l'avons dit, est l'acide primitif, dont la forme ne varie que par les différentes combinaisons qu'il subit ou qu'il a subies en s'unissant à d'autres substances.

L'acide marin diffère de l'acide vitriolique en ce qu'il est plus léger, plus volatil, qu'il a de l'odeur, de la couleur, et qu'il produit des vapeurs. Toutes ces qualités semblent indiquer qu'il contient une bonne quantité d'acide aérien provenant du détriment des corps organisés. Il diffère de l'acide nitreux par sa couleur qui est d'un jaune mêlé de rouge, par ses vapeurs qui sont blanches, par son odeur qui tire sur celle du safran, et parce qu'il a moins d'affinité avec les terres absorbantes et les sels alcalis. Enfin cet acide marin n'est pas susceptible d'un aussi grand degré de concentration que les acides vitriolique et nitreux, à cause de sa volatilité qui est beaucoup plus grande.

Au reste, comme l'alcali minéral ou marin et l'alcali fixe végétal sont de la même nature, et qu'ils sont presque universellement répandus, on ne peut guère douter que l'alcali ne se soit formé, dès les premiers temps après la naisssance des végétaux, par la combinaison de l'acide primitif aérien avec les détrimens des substances animales et végétales. Il en est de même de l'acide marin, qui se trouve combiné dans des matières de toute espèce; car, indépendamment du sel commun dont il fait l'essence avec l'alcali minéral, il se combine aussi avec les alcalis végétaux et animaux fixes ou volatils, et il se trouve dans les substances calcaires, dans les matières nitreuses, et même dans quelques substances métalliques, comme dans la mine d'argent *cornée;* enfin il forme le sel ammoniac lorsqu'il s'unit avec l'alcali volatil par sublimation dans le feu des volcans.

L'alcali minéral et l'alcali végétal, qui sont au fond les mêmes, sont aussi tous deux fixes: le premier se trouve presque pur dans le natron, et le second se tire plus abondamment des cendres du tartre que de toute autre matière végétale. On leur donne la dénomination d'*alcalis caustiques* lorsqu'ils prennent en effet une plus grande causticité par l'addition de l'acide aérien contenu dans les chaux terreuses ou métalliques: par cette union ces alcalis commencent à se rapprocher de l'acide. L'alcali volatil appartient plus aux animaux qu'aux végétaux; et lorsqu'il est de même imprégné de l'acide aérien, il ne peut plus se cristaliser, ni même prendre une forme solide; et dans cet état on l'a nommé *alcali fluor*.

L'acide phosphorique paroît être l'acide le plus actif qu'on puisse tirer des animaux. Si l'on combine cet acide des animaux avec l'alcali volatil, qui est aussi leur alcali le plus exalté, il en résulte un sel auquel les chimistes récens ont donné le nom de *sel microcosmique,* et dont M. Bergman a cru devoir faire usage dans presque toutes ses analyses chimiques. Ce sel est en même temps ammoniacal et phosphorique; et lorsque l'acide du phosphore se trouve combiné avec une substance calcaire, comme dans les os des animaux, il semble que les propriétés salines disparoissent; car ce sel phosphorique à base calcaire n'a plus aucune saveur sensible. La substance calcaire des os fait sur l'acide phosphorique le même effet que la craie sur l'acide vitriolique. Cet acide animal et l'acide végétal *acéteux* ou *tartareux* contiennent sensiblement beaucoup de cet air fixe ou acide aérien, duquel ils tirent leur origine.

SEL MARIN ET SEL GEMME.

L'EAU de la mer contient une grande quantité d'acide et d'alcali, puisque le sel qu'on en retire en la faisant évaporer est composé des deux : elle est aussi imprégnée de bitume; et c'est ce qui fait qu'elle est en même temps saline et amère. Or le bitume est composé d'acide et d'huile; et d'ailleurs la décomposition de tous les corps organisés dont la mer est peuplée produit une immense quantité d'huile. L'eau marine contient donc non seulement les acides et les alcalis, mais encore les huiles et toutes les matières qui peuvent provenir de la décomposition des corps, à l'exception de celles que ces substances prennent par la putréfaction à l'air libre; encore se forme-t-il à la surface de la mer, par l'action de l'acide aérien, des matières assez semblables à celles qui sont produites sur la terre par la décomposition des animaux et des végétaux.

La formation du sel marin n'a pu s'opérer qu'après la production de l'acide et de l'alcali, puisqu'ils en sont les substances constituantes. L'acide aérien a été formé, dès les premiers temps après l'établissement de l'atmosphère, par le simple mélange de l'air et du feu; mais l'alcali n'a été produit que dans un temps subséquent, par la décomposition des corps organisés. L'eau de la mer n'étoit d'abord que simplement acide ou même acidule; elle est devenue plus acide et salée par l'union de l'acide primitif avec les alcalis et les autres acides; ensuite elle a pris de l'amertume par le mélange du bitume; et enfin elle s'est chargée de graisse et d'huile par la décomposition des corps de tous les cétacés, poissons, et amphibies, dont la substance est, comme l'on sait, plus huileuse que celle des animaux terrestres.

Et cette salure, cette amertume, et cette huile de l'eau de la mer, n'ont pu qu'augmenter avec le temps, parce que tous les fleuves qui arrivent à ce grand réceptacle des eaux sont eux-mêmes chargés de parties salines, bitumineuses, et huileuses, que la terre leur fournit, et que toutes ces matières étant plus fixes et moins volatiles que l'eau, l'évaporation ne les enlève pas; leur quantité ne peut donc qu'augmenter, tandis que celle de l'eau reste toujours la même, puisque les eaux courantes sur la terre ramènent à la mer tout ce que les vapeurs poussées par les vens lui enlèvent.

On doit encore ajouter à ces causes de l'augmentation de la salure des mers la quantité considérable de sel que les eaux qui filtrent dans l'intérieur de la terre dissolvent et détachent des masses purement salines qui se trouvent en plusieurs lieux, et jusqu'à d'assez grandes profondeurs. On a donné le nom de *sel gemme* à ce sel fossile. Il est absolument de la même nature que celui qui se tire de l'eau de la mer par l'évaporation. Il se trouve sous une forme solide, concrète, et cristalisée en amas immenses, dans plusieurs régions du globe, et notamment en Pologne, en Hongrie, en Russie, et en Sibérie. On en trouve aussi en Allemagne, dans les environs de Halle près de Saltzbourg, dans quelques provinces de l'Espagne [1], et spécialement en Cata-

1. Près de Villena, à quelques lieues d'Alicante, il y a un marais d'où l'on tire le sel pour la consommation des villages voisins, et, à quatre lieues de là, une montagne isolée toute de sel gemme, couvert seulement d'une couche de plâtre de différentes couleurs....

Il y a beaucoup de salines dans la juridiction de *Mingranilla;* on travaille à quelques-unes et non aux autres : le sel gemme qu'on en tire est excellent, parce que cette espèce est toujours plus salée que celle qui se fait par évaporation, y ayant moins d'eau dans sa cristallisation....

A une demi-lieue de là, on descend un peu pour entrer dans un terrain de plâtre où sont quelques collines.... Au bas de la couverture de plâtre, il y a un banc de sel gemme dont on ne sait point la profondeur, parce que, quand les excavations passent trois cents pieds, il en coûte beaucoup pour tirer le sel, et quelquefois le terrain s'enfonce ou se remplit d'eau : alors on creuse de nouveaux puits; car tout l'endroit est une masse énorme de sel mêlé en certaines places avec un peu de plâtre, et, dans d'autres, pur et rougeâtre, et le plus souvent cristallin.... Dans la mine de Cardona, au contraire, il n'y a point de plâtre, et cependant le sel en est si dur et si bien cristallisé, que l'on en fait des statues, de petits autels, et des meubles curieux. Celui de Mingranilla est dur aussi, mais moins que celui de Cardona, parce qu'il se casse comme quelques spaths fragiles ... Cette mine a dû être couverte anciennement d'une épaisseur de plus de huit cents pieds de matières étrangères, que les eaux ont peu à peu entraînées dans les lieux les plus bas....

Dans une montagne où est le village de Valliera, on trouve une mine de sel gemme qui paroît hors de terre; du côté de l'entrée, et environ vingt pas en dedans, on voit que le sel, qui est blanc et abondant, a pénétré dans les couches de plâtre. Cette mine peut avoir environ quatre cents pas de longueur; et différentes galeries latérales en ont plus de quatre-vingts, soutenues par des piliers de

logne, où l'on voit, près de la ville de Cardonne[1], une montagne entière de sel. En d'autres endroits les amas de sel gemme forment des bancs d'une très-grande épaisseur sur une étendue de deux ou trois lieues en longueur, et d'une largeur indéterminée, comme on l'a observé dans la mine de Wieliska en Pologne, qui est la plus célèbre de toutes celles du Nord.

Les bancs de sel y sont surmontés de plusieurs lits de glaises, mêlées, comme les autres glaises, d'un peu de sable et de débris de coquilles et autres productions marines. L'argile ou glaise contient l'acide, et les corps marins contiennent l'alcali. On pourroit donc imaginer qu'ils ont fourni l'alcali nécessaire pour former avec l'acide ce sel fossile : mais lorsqu'on jette les yeux sur l'épaisseur énorme de ces bancs de sel, on voit que, quand même la glaise et les corps marins qu'elle renferme se seroient entièrement dépouillés de leur acide et de leur alcali, ils n'auroient pu produire que les dernières couches superficielles de ces bancs, dont l'épaisseur étonne encore plus que leur étendue. Il me semble donc que, pour concevoir la formation de ces masses immenses de sel pur, il faut avoir recours à une cause plus puissante et plus ancienne que celle de la stillation des eaux et de la dissolution des sels contenus dans les terres qui surmontent ces salines. Elles ont commencé par être des marais salans, où l'eau de la mer en stagnation a produit successivement les couches de sel qui composent ces bancs, et qui se sont déposées les unes sur les autres à mesure qu'elles se formoient par l'évaporation des eaux qui arrivoient pour remplacer les premières, et qui laissoient de même déposer leur sel après l'évaporation ; en sorte que, dans le temps où la chaleur du globe étoit beaucoup plus grande qu'elle ne l'est aujourd'hui, le sel a dû se former bien plus promptement et plus abondamment qu'il ne se forme dans nos marais salans : aussi ce sel gemme est-il communément plus solide et plus pur que celui que nous obtenons en faisant évaporer les eaux salées ; il a retenu moins d'eau dans sa cristallisation ; il attire moins l'humidité de l'air, et ne se dissout qu'avec beaucoup de temps dans l'eau, à moins qu'on n'aide la dissolution par le secours de la chaleur.

On vient de voir, par les notes précédentes, que ces grands amas de sel gemme se trouvent tous ou sous des couches de glaise et de marne, ou sous des bancs de plâtre, c'est-à-dire sous des matières déposées et transportées par les eaux, et que par conséquent la formation de ces amas de sel est à peu près contemporaine aux dernières alluvions des eaux, dont les dépôts sont en effet les glaises mêlées de craie et les plâtres, matières dont la substance est analogue à celle du sel marin, puisqu'elles contiennent en même temps l'acide et l'alcali qui font l'essence de sa composition. Cependant, je le répète, ce ne sont pas les parties salines contenues dans ces bancs argileux, marneux, et plâtreux, qui seules ont pu produire ces énormes dépôts de sel gemme, quand même ces bancs de terre auroient été de huit cents pieds plus épais, comme le dit M. Bowles ; et ce ne peut être que par des alternatives d'alluvion et de desséchement, et par une évaporation prompte, que ces grandes masses de sel ont pu s'accumuler.

sel qui la font ressembler à une église gothique : le sel suit la direction de la colline, en penchant un peu au nord, comme les veines du plâtre ; ce sel n'a qu'environ cinq pieds de haut.... Il paroît avoir rongé différentes couches de plâtre et de margue (marne) pour se placer où il est, quoiqu'il reste cependant assez de ces matières.

Au bout de la principale galerie.... on voit que la bande de sel descend jusqu'au vallon, et passe à la colline qui est vis-à-vis.... La voûte de cette mine est de plâtre.... Ensuite il y a deux pouces de sel blanc, séparé du plâtre par quelques filons de terre saline ; après il y a trois doigts de sel pur et deux de sel de pierre, et une bande de terre ; ensuite une autre bande bleue suivie de deux pouces de sel ; après quoi il y a des bandes alternatives de terre et de sel cristallin jusqu'au lit de la mine, qui est de plâtre : descendant au vallon et montant aux collines qui sont vis-à-vis, les bandes de terre sont d'un bleu obscur, et les lits de sel sont de couleur blanche. Cette mine est très-élevée eu égard à la mer, parce que depuis Bayonne on monte toujours pour y arriver. (*Histoire naturelle d'Espagne*, par M. Bowles, pages 376 et suivantes.)

1. La ville de Cardonne est située au pied d'une montagne de sel qui est presque coupée perpendiculairement du côté de la rivière : cette montagne est une masse énorme de sel solide de quatre ou cinq cents pieds de haut, sans raies ni fentes, ni couches, et il n'y a point de plâtre aux environs ; elle a une lieue de circuit.... On ignore la profondeur du sel, qui pour l'ordinaire est blanc ; il y en a aussi du rouge.... d'autre d'un bleu clair : mais ces couleurs disparoissent lorsque le sel est écrasé, car dans cet état il est blanc....

La superficie de la montagne est grande, cependant les pluies ne font pas diminuer le sel : la rivière qui coule au pied est néanmoins salée ; et quand il pleut, la salaison augmente et fait mourir le poisson ; mais ce mauvais effet ne s'étend pas à plus de trois lieues, après quoi le poisson se porte aussi bien qu'ailleurs. (*Histoire naturelle d'Espagne*, par M. Bowles, pages 410 et suivantes.) Les anciens ont parlé de ces montagnes de sel de l'Espagne. *Est*, dit Aulu-Gelle, *in his regionibus* (*Hispaniæ*) *mons ex sale mero magnus ; quantum demas, tantum adrescit.* (Aulu-Gelle, livre II, chap. 22, *ex Catone.*)

Pour mieux faire entendre cette formation successive, supposons que le sol sur lequel porte la dernière couche saline fût alternativement baigné par les marées, et que pendant les six heures de l'alluvion du flux la chaleur fût alors assez grande, comme elle l'étoit en effet, pour causer, dans cet intervalle de six heures, la prompte évaporation de quelques pouces d'épaisseur d'eau : il se sera dès lors formé sur ce sol une première couche de sel de quelques lignes d'épaisseur, et, douze heures après, cette première couche aura été surmontée d'une autre, produite par la même cause; en sorte que dans les lieux où la marée s'élevoit à une grande hauteur les amas de sel ont pu prendre presque autant d'épaisseur. Cette cause a certainement produit un tel effet dans plusieurs lieux de la terre, et particulièrement dans ceux où les amas de sel ne sont pas d'une très-grande épaisseur, et quelques-uns de ces amas semblent offrir encore la trace des ondes qui les ont accumulés; mais dans les lieux où ces amas sont épais de cinquante et peut-être de cent pieds, comme à Wielitska en Pologne, et à Cardonne en Catalogne, on peut encore supposer très-légitimement une seconde circonstance qui a pu concourir comme cause avec la première. Cette circonstance s'est trouvée dans les lieux où la mer formoit des anses ou des bassins, dans lesquels son eau stagnante devoit s'évaporer presque aussi vite qu'elle se renouveloit, ou bien s'évaporoit en entier lorsqu'elle ne pouvoit être renouvelée. On peut se former une idée de ces anciens bassins de la mer et de leur produit en sel par les lacs salés que nous connoissons en plusieurs endroits de la surface de la terre : une chaleur double de celle de la température actuelle causeroit en peu de temps l'entière évaporation de l'eau, et laisseroit au fond toute la masse de sel qu'elle tient en dissolution, et l'épaisseur de ce dépôt salin seroit proportionnelle à la quantité d'eau contenue dans le bassin et enlevée par l'évaporation; en sorte, par exemple, qu'en supposant huit cents brasses ou quatre mille pieds de profondeur au bassin, on auroit au moins cent pieds d'épaisseur de sel après l'évaporation de cette eau, qui, comme l'on sait, contient communément un quarantième de sel relativement à son poids. Je dis cent pieds *au moins*, car ici le volume augmente plus que proportionnellement à la masse. Je ne sais si cette augmentation relative a été déterminée par des expériences; mais je suis persuadé qu'elle est considérable, tant par la quantité d'eau que le sel retient dans sa cristallisation, que par les matières grasses et terreuses dont l'eau de la mer est toujours chargée, et que l'évaporation ne peut enlever.

Quoi qu'il en soit, les vues que je viens de présenter sont suffisantes pour concevoir la formation de ces prodigieux dépôts de sel, sur lesquels nous croyons devoir donner encore quelques détails importans. Voici l'ordre des différens bancs de terre et de pierre qu'on trouve avant de parvenir au sel dans les mines de Wielitska. « Le premier lit, celui qui s'étend jusqu'à l'intérieur de la mine, est de sable, c'est-à-dire un amas de grains fins arrondis, blancs, jaunâtres, et même rougeâtres. Ce banc de sable est suivi de plusieurs lits de terre argileuse plus ou moins colorée; mais le plus ordinairement ces terres ont la couleur de rouille de fer. Ces lits de terre, à une certaine profondeur, sont séparés par des lames de pierre que leur peu d'épaisseur, jointe à leur couleur noirâtre, feroit regarder comme des ardoises; ce sont des pierres feuilletées... On descend d'abord dans le premier étage par une espèce de puits de huit pieds en carré, ayant deux cents pieds de France de profondeur, au lieu de six cents, comme on a voulu le dire... On y trouve une chapelle taillée dans la masse du sel, et qui peut avoir environ trente pieds de longueur sur vingt-quatre de largeur et dix-huit de hauteur. Tous les ornemens et les images de cette chapelle sont aussi faits avec du sel... Il n'y a que neuf cents pieds de profondeur depuis le sommet de la mine jusque dans l'endroit le plus profond..... Et il est étonnant qu'on ait voulu persuader le public qu'il y avoit dans cette mine une espèce de ville souterraine, puisqu'il n'y a dans les galeries que quelques petites chambres qui sont destinées à enfermer les outils des ouvriers lorsqu'ils s'en vont le soir de la mine... Plus on pénètre profondément dans ces salines, plus on trouve le sel abondant et pur; si l'on rencontre quelques couches de terre, elles n'ont ordinairement que deux à trois pieds d'épaisseur et fort peu d'étendue. Toutes ces couches sont d'une glaise plus ou moins sableuse.

« On n'a trouvé jusqu'à présent dans ces mines aucune production volcanique, telle que soufre, bitume, charbon minéral, etc., comme il s'en trouve dans les salines de Halle, de la haute Saxe, et du comté de Tyrol. On y trouve beaucoup de coquilles, principalement des bivalves et des madrépores....

« Je n'assurerai pas que ces mines aient, comme on le dit, trois lieues d'étendue en tous sens.... Mais il y a lieu de croire qu'elles communiquent à celles de Bochnia (ville à cinq milles au levant de Wielitska), où l'on exploite le même sel. Le travail de Wielitska a toujours été dirigé du côté de Bochnia, et celui de Bochnia du côté de Wielitska, jusqu'en 1772, qu'on se trouva arrêté de part et d'autre par un lit de terre marneuse, ne contenant pas un atome de sel.... Mais l'administration ayant dirigé l'exploitation du côté du midi, on trouva du sel beaucoup plus pur....

« On détache ce sel de la masse en blocs qui ont ordinairement sept à huit pieds de longueur sur quatre de largeur et deux d'épaisseur; on emploie pour-cela des coins de fer, et on opère à peu près de la manière qu'on le fait dans nos carrières pour en tirer la pierre de taille.... Lorsque ces gros blocs sont ainsi détachés, on les divise en trois ou quatre parties, dont on fait des cylindres pour en faciliter le transport.

« Les morceaux de sel que l'on trouve quelquefois dans cette mine de Wielitska se rencontrent par cubes isolés dans les couches de glaise, sans affecter de marche régulière, et quelquefois formant des bandes de deux à trois pouces d'épaisseur dans la masse du sel; mais celui qui se trouve en grains dans la glaise est toujours le plus beau, et on conduit presque tout ce sel blanc dans l'endroit que l'on appelle *la chancellerie*, qui est un bureau où travaillent quatre commis pendant la journée. Tout ce qui orne cette chancellerie, comme tables, armoires, etc., est en sel... Avec les morceaux de sel blanc les plus transparens, on travaille de jolis ouvrages qui ont différentes formes, comme des crucifix, des tables, des chaises, des tasses à café, des canons montés sur leurs affûts, des montres, des salières, etc. »

Nous ne pouvons douter qu'il n'y ait en France des mines de sel gemme, puisque nous y connoissons un grand nombre de fontaines salées, et dans nos provinces même les plus éloignées de la mer : mais la recherche de ces mines est prohibée, et même l'usage de l'eau qui en découle nous est interdit par une loi fiscale, qui s'oppose au droit si légitime d'user de ce que la nature nous offre avec profusion; loi de proscription contre l'aisance de l'homme et la santé des animaux, qui, comme nous, doivent participer aux bienfaits de la mère commune, et qui, faute de sel, ne vivent et ne se multiplient qu'à demi; loi de malheur, ou plutôt sentence de mort contre les générations à venir, qui n'est fondée que sur le mécompte et sur l'ignorance, puisque le libre usage de cette denrée, si nécessaire à l'homme et à tous les êtres vivans, feroit plus de bien et deviendroit plus utile à l'État que le produit de la prohibition; car il soutiendroit et augmenteroit la vigueur, la santé, la propagation, la multiplication des hommes et de tous les animaux utiles. La gabelle fait plus de mal à l'agriculture que la grêle et la gelée : les bœufs, les chevaux, les moutons, tous nos premiers aides dans cet art de première nécessité et de réelle utilité, ont encore plus besoin que nous de ce sel qui leur étoit offert comme l'assaisonnement de leur insipide herbage, et comme un préservatif contre l'humidité putride dont nous les voyons périr; tristes réflexions que j'abrège en disant que l'anéantissement d'un bienfait de la nature est un crime dont l'homme ne se fût jamais rendu coupable s'il eût entendu ses véritables intérêts.

Les mines de sel se présentent dans tous les pays où l'on a la liberté d'en faire usage; il y en a tout autant en Asie qu'en Europe; et le despotisme oriental, qui nous paroît si pesant pour l'humanité, s'est cependant abstenu de peser sur la nature. Le sel est commun en Perse et ne paie aucun droit; les salines y sont en grand nombre, tant à la surface que dans l'intérieur de la terre. On voit aux environs d'Astracan une montagne de sel gemme, où les habitans du pays, et même les étrangers, ont la liberté d'en prendre autant qu'il leur plaît. Il y a aussi des plaines immenses qui sont pour ainsi dire toutes couvertes de sel : on voit une semblable plaine de sel en Natolie. Pline dit que Ptolémée, en plaçant son camp près de Péluse, découvrit sous le sable une couche de sel que l'on trouva s'étendre de l'Égypte à l'Arabie. La mer Caspienne et plusieurs autres lacs sont plus ou moins salés [1]. Ainsi, dans les terres les plus éloignées de l'Océan, l'on ne manque pas plus de sel que dans les contrées maritimes, et partout il ne coûte que les frais de l'extraction ou de l'évaporation. En Afrique, il y a peut-être encore

1. Pline, en parlant de rivières salées, qu'il place près de la mer Caspienne, dit que le sel forme une croûte à la surface, sous laquelle le fleuve coule, comme s'il étoit glacé; ce qu'on ne peut néanmoins entendre que des mers et des anses, où l'eau tranquille et dormante, et baissant dans les chaleurs, donnoit lieu à la voûte de sel de se former.... *Sed et summa fluminum durantur in salem, amne reliquo veluti sub gelu fluente, ut apud Caspias portas; quæ* salis flumina *appelantur.*

plus de mines de sel qu'en Europe et en Asie : les voyageurs citent les salines du cap de Bonne-Espérance ; Kolbe surtout s'étend beaucoup sur la manière dont s'y forme le sel, et sur les moyens de le recueillir. En Abyssinie, il y a de vastes plaines toutes couvertes de sel, et l'on y connoît aussi des mines de sel gemme ; il s'en trouve de même aux îles du cap Vert, au cap Blanc ; et comme la chaleur est excessive au Sénégal, en Guinée, et dans toutes les terres basses de l'Afrique, le sel s'y forme par une évaporation prompte et presque continuelle. Il s'en forme aussi sur la côte d'Or, et il y a des mines de sel gemme au Congo. En général, l'Afrique, comme la région la plus chaude de la terre, a peu d'eau douce, et presque tous les lacs et autres eaux stagnantes de cette partie du monde sont plus ou moins salés.

L'Amérique, surtout dans les contrées méridionales, est assez abondante en sel marin ; il s'en trouve aussi dans les îles, et notamment à Saint-Domingue et sur plusieurs côtes du continent, ainsi que dans les terres de l'isthme de Panama, dans celles du Pérou, de la Californie, et jusque dans les terres Magellaniques.

Il y a donc du sel dans presque tous les pays du monde, soit en masses solides à l'intérieur de la terre, soit en poudre cristallisée à sa surface, soit en dissolution dans les eaux courantes ou stagnantes. Le sel en masse ou en poudre cristallisée ne coûte que la peine de le tirer de sa mine, ou celle de le recuellir sur la terre : celui qui est dissous dans l'eau ne peut s'obtenir que par l'évaporation ; et dans les pays où les matières combustibles sont rares, on peut se servir avantageusement de la chaleur du soleil, et même l'augmenter par des miroirs ardens lorsque la masse de l'eau salée n'est pas considérable ; et l'on a observé que les vents secs font autant et peut-être plus d'effet que le soleil sur la surface des marais salans. On voit, par le témoignage de Pline, que les Germains et les Gaulois tiroient le sel des fontaines salées par le moyen du feu ; mais le bois ne leur coûtoit rien, ou si peu, qu'ils n'ont pas eu besoin de recourir à d'autres moyens : aujourd'hui, et même depuis plus d'un siècle, on fait le sel en France par la seule évaporation, en attirant l'eau de la mer dans de grands terrains qu'on appelle *des marais salans*. M. Montel a donné une description très-exacte des marais salans de Peccais dans le bas Languedoc. On ne fait à Peccais qu'une récolte de sel chaque année, et le temps nécessaire à l'évaporation est de quatre ou cinq mois, depuis le commencement de mai jusqu'à la fin de septembre.

Il y a de même des marais salans en Provence, dans lesquels on fait quelquefois deux récoltes chaque année, parce que la chaleur et la sécheresse de l'été y sont plus grandes ; et comme la mer Méditerranée n'a ni flux ni reflux, il y a plus de sûreté et moins d'inconvéniens à établir des marais salans dans son voisinage que dans celui de l'Océan. Les seuls marais salans de Peccais, dit M. Montel, rapportent à la ferme générale sept ou huit millions par an. Pour que la récolte du sel soit regardée comme bonne, il faut que la couche de sel produite par l'évaporation successive, pendant quatre à cinq mois, soit épaisse de deux pouces et demi ou trois pouces. Il est dit dans la *Gazette d'agriculture* « Qu'en 1775 il y avoit plus de quinze cents hommes employés à recueillir et entasser le sel dans les marais de Peccais : indépendamment de ces salines et de celles de Saint-Jean et de Roquemaure, où le sel s'obtient par industrie, il s'en forme tout naturellement des quantités mille fois plus considérables dans les marais qui s'étenden jusqu'auprès de Martigues en Provence. L'imagination peut à peine se figurer la quantité étonnante de sel qui s'y trouve cette année : *tous les hommes, tous les bestiaux de l'Europe ne pourroient la consommer en plusieurs années*, et il s'en forme à peu près autant tous les ans.

« Pour garder, ce n'est pas dire conserver, mais bien perdre, tout ce sel, il y aura une brigade de gardes à cheval, nommée dans le pays du nom sinistre de *brigade noire*, laquelle va campant d'un lieu à un autre, et envoyant journellement des détachemens de tous les côtés. Ces gardes ont commencé à camper vers la fin de mai ; ils resteront sur pied, suivant la coutume, jusqu'à ce que les pluies d'automne aient fondu et dissipé tout ce sel naturel. »

On voit, par ce récit, qu'on pourroit épargner le travail des hommes, et la dépense des digues et autres constructions nécessaires au maintien des marais salans, si l'on vouloit profiter de ce sel que nous offre la nature : il faudroit seulement l'entasser comme on entasse celui qui s'est déposé dans les marais salans, et le conserver pendant trois ou quatre ans, pour lui faire perdre son amertume et son eau superflue. Ce n'est pas que ce sel, trop nouveau, soit nuisible à la santé, mais il est de mau-

vais goût; et tout celui qu'on débite au public dans les greniers à sel doit, par les réglemens, avoir été *facturé* deux ou trois ans auparavant.

Malgré l'inconvénient des marées, on n'a pas laissé d'établir des marais salans sur l'Océan comme sur la Méditerranée, surtout dans le bas Poitou, le pays d'Aunis, la Saintonge, la Bretagne, et la Normandie: le sel s'y fait de même par l'évaporation de l'eau marine. « Or on facilite cette évaporation, dit M. Guettard, en faisant circuler l'eau autour de ces marais, et en la recevant ensuite dans de petits carrés qui se forment au moyen d'espèces de vannes: l'eau, par son séjour, s'y évapore plus ou moins promptement, et toujours proportionnellement à la force de la chaleur du soleil; elle y dépose ainsi le sel dont elle est chargée. » Cet académicien décrit ensuite avec exactitude les salines de Normandie dans la baie d'Avranches, sur une plage basse où le mouvement de la mer se fait le moins sentir, et donne le temps nécessaire à l'évaporation. Voici l'extrait de cette description: On ramasse le sable chargé de ce dépôt salin, et cette récolte se fait pendant neuf ou dix mois de l'année; on ne la discontinue que depuis la fin de décembre jusqu'au commencement d'avril.... On transporte ce sable mêlé de sel dans un lieu sec, où on en fait de gros tas en forme de spirale; ce qui donne la facilité de monter autour pour les exhausser autant qu'on le juge à propos: on couvre ces tas avec des fagots, sur lesquels on met un enduit de terre grasse pour empêcher la pluie de pénétrer.... Lorsqu'on veut travailler ce sable salin, on découvre peu à peu le tas; et à mesure qu'on enlève le sable, on le lave dans une fosse enduite de glaise bien battue et revêtue de planches, entre les joints desquelles l'eau peut s'écouler. On met dans cette fosse cinquante ou soixante boisseaux de ce sable salin, et on y verse trente ou trente-cinq seaux d'eau; elle passe à travers le sable et dissout le sel qu'il contient: on la conduit par des gouttières dans des cuves carrées de trois pieds, qui sont placées dans un bâtiment qui sert à l'évaporation; on examine avec une éprouvette si cette eau est assez chargée de sel; et si elle ne l'est pas assez, on enlève le sable de la fosse et on y en remet de nouveau. Lorsque l'eau se trouve suffisamment salée, on la transvase dans des vaisseaux de plomb qui n'ont qu'un ou deux pouces de profondeur sur vingt-six pouces de longueur et vingt-deux de largeur; on place ces plombs sur un fourneau qu'on échauffe avec des fagots bien secs: l'évaporation se fait en deux heures. On remet alors de la nouvelle eau salée dans les vaisseaux de plomb, et on la fait évaporer de même. La quantité de sel que l'on retire en vingt-quatre heures, au moyen de ces opérations répétées, est d'environ cent livres dans trois vaisseaux de plomb des dimensions ci-dessus. On donne d'abord un feu assez fort, et on le continue ainsi jusqu'à ce qu'il se forme une petite fleur de sel sur l'écume de cette eau; on enlève alors cette écume et on ralentit le feu. L'évaporation étant achevée, on remue le sel avec une pelle pour le dessécher; on le jette dans des paniers en forme d'entonnoir, où il peut s'égoutter. Ce sel, quoique tiré par le moyen du feu, et dans un pays où le bois est cher, ne se vend guère que 3 livres 10 sous les cinquante livres pesant. Il y a aussi en Bretagne soixante petites fabriques de sel par évaporation, tiré des vases et sables de la mer, dans lesquels on mêle un tiers de sel gris pour le purifier et porter les liqueurs à quinze sur cent.

On fait aussi du sel en grand dans quelques cantons de cette même province de Bretagne; on tire des marais salans de la baie de Bourgneuf seize ou dix-sept mille muids de sel, et l'on estime que ceux de Guérande et du Croisic produisent, année commune, environ vingt-cinq mille muids.

En Franche-Comté, en Lorraine, et dans plusieurs autres contrées de l'Europe et des autres parties du monde, le sel se tire de l'eau des fontaines salées. M. de Montigny, de l'Académie des Sciences, a donné une bonne description des salines de la Franche-Comté, et du travail qu'elles exigent. Voici l'extrait de ses observations. « Les eaux, dit M. de Montigny, de tous les puits salés, tant de Salins que de Montmorot, contiennent en dissolution, avec le sel marin ou *sel gemme*, des gypses ou sélénites gypseuses; des sels composés de l'acide vitriolique engagé dans une base terreuse; du sel de Glauber; des sels déliquescens, composés de l'acide marin engagé dans une base terreuse; une terre alcaline très-blanche, que l'on sépare du sel gemme lorsqu'on le tient long-temps en fusion dans un creuset; enfin une espèce de glaise très-fine, et quelques parties grasses, bitumineuses, ayant une forte odeur de pétrole. Toutes ces eaux portent un principe alcalin surabondant.... Elles ne sont point mêlées de vitriols métalliques....

« Les sels en petits grains, ainsi que les sels en pain, se sont également trouvés chargés d'un alcali terreux.... Ainsi ces sels ne sont pas, comme le sel marin, dans un état de neutralité parfaite.

« Le sel à gros grains de Montmorot est le seul que nous ayons trouvé parfaitement neutre.... Ce sel à gros grains est tiré des mêmes eaux que le sel à petits grains; mais il est formé par une évaporation beaucoup plus lente : il vient en cristaux plus gros, très-réguliers, et en même temps beaucoup plus purs.... Si les eaux des fontaines salées ne contenoient que du sel gemme en dissolution, l'évaporation de ces eaux, plus lente ou plus prompte, n'influeroit en rien sur la pureté du sel.... On ne peut donc séparer les matières étrangères de ces sels de Franche-Comté que par une très-lente évaporation ; et cependant c'est avec les sels à petits grains, faits par une très-prompte évaporation, que l'on fabrique tous les sels en pain, dont l'usage est général dans toute la Franche-Comté.... On met les pains de sel qu'on vient de fabriquer sur des lits de braises ardentes, où ils restent pendant vingt-cinq, trente, et même quarante heures, jusqu'à ce qu'ils aient acquis la sécheresse et la dureté nécessaires pour résister au transport [1].... Le mélange du sel de Glauber, de gypse, de bitume, et de sel marin à base terreuse, qui vient par la réduction de ces eaux, est d'une amertume inexprimable....

« La saveur et la qualité du sel marin sont fort altérées par le mélange du gypse lorsque les eaux ne reçoivent pas assez de chaleur pour en opérer la séparation, et la quantité du gypse est fort considérable dans les eaux de Salins.... Le gypse de Salins rend le sel d'un blanc opaque, et le gypse de Montmorot lui donne sa couleur grise.... Lorsque les eaux sont foibles en salure, comme celles de Montmorot, on a trouvé le moyen de les concentrer par une méthode ingénieuse et qui multiplie l'évaporation sans feu. »

Ces fontaines salées de la Franche-Comté, qui fournissent du sel à toute cette province et à une partie de la Suisse, ne sont pas plus abondantes que celles qui se trouvent en Lorraine, et qui s'exploitent dans les petites villes de Dieuze, Moyenvic, et Château-Salins, toutes situées le long de la vallée qu'arrose la rivière de Seille. A Rosières, dans la même province, étoit une saline des plus belles de l'Europe par l'étendue de son bâtiment de graduation ; mais cette saline est détruite depuis environ vingt ans. A Dieuze, non plus qu'à Moyenvic et à Château-Salins, on n'a pas besoin de ces grands bâtimens ou hangars de graduation pour évaporer l'eau, parce que d'elle-même elle est assez chargée pour qu'on puisse, en la soumettant immédiatement à l'ébullition, en tirer le sel avec profit.

Il se trouve aussi des sources et fontaines salées dans le duché de Bourgogne et dans plusieurs autres provinces, où la ferme générale entretient des gardes pour empêcher le peuple de puiser de l'eau dans ces sources. Si l'on refuse ce sel aux hommes, on devroit au moins permettre aux animaux de s'abreuver de cette eau, en établissant des bassins dans lesquels ces mêmes gardes ne laisseroient entrer que les bœufs et les moutons, qui ont autant et peut-être plus besoin que l'homme de ce sel pour prévenir les maladies de pourriture qui les font périr ; ce qui, je le répète, cause beaucoup plus de perte à l'État que la vente du sel ne donne de profit.

Dans quelques endroits ces fontaines salées forment de petits lacs; on en voit un aux environs de Courtezon, dans la principauté d'Orange. « Des hommes, dit M. Guettard, intéressés à ce qu'on ne fasse point d'usage de cette eau, ordonnent de *trépigner* et mêler ainsi avec la terre le sel qui peut, dans la belle saison, se cristalliser sur les bords de cet étang. L'eau en est claire et limpide, un peu onctueuse au toucher, d'un goût passablement salé. Ce petit lac est éloigné de la mer d'environ vingt lieues. S'il n'étoit dû qu'à une masse d'eau de mer restée dans cet endroit, bientôt la seule évaporation auroit suffi pour le tarir. Ce lac ne reçoit point de rivière ; il faut donc nécessairement qu'il sorte de son fond des sources d'eau salée pour l'entretenir. »

1. Nous devons observer que cette pratique de mettre le sel à l'exposition du feu pour le durcir, est très-préjudiciable à la pureté et à la qualité du sel :

1° Parce que pour mouler le sel, il faut qu'il soit humecté de son eau-mère que le feu ne fait que dessécher en agglutinant la masse saline, et cette eau-mère est une partie impure qui reste dans le sel.

2° Une partie du gypse se décompose; son acide vitriolique agit sur la base du sel marin, le dénature, et le rend amer.

3° Le sel marin le plus pur reçoit une altération très-sensible par la calcination ; il devient plus caustique ; une partie de l'acide s'en dissipe, et laisse une base terreuse qui procède de la décomposition de l'acide minéral. La décomposition du sel est si sensible, que l'on ne peut rester dans les étuves du grillage, à cause des vapeurs acides qui affectent la poitrine et les yeux.

Dans d'autres pays où la nature, moins libérale que chez nous, est en même temps moins insultée, et où on laisse aux habitans la liberté de recueillir et de solliciter ses bienfaits, on a su procurer, et pour ainsi dire créer, des sources salées là où il n'en existoit pas, en conduisant, par de grands et ingénieux travaux, des cours d'eau à travers des couches de terre ou de pierre imbues ou imprégnées de sel, que ces eaux dissolvent et dont elles sortent chargées. C'est à M. Jars que nous devons la connoissance et la description de cette singulière exploitation, qui se fait dans le voisinage de la ville de Halle en Tyrol. « Le sel, dit-il, est mélangé dans cette mine avec un rocher de la nature de l'ardoise, qui en contient dans tous ses lits ou divisions.... Pour extraire le sel de cette masse, on commence par ouvrir une galerie, en partant d'un endroit où le rocher est ferme, et on l'avance d'une vingtaine de toises; ensuite on en fait une seconde de chaque côté d'environ dix toises, et d'autres encore qui leur sont parallèles, de sorte qu'il ne reste dans cet espace que des piliers distans les uns des autres de cinq pieds, et qui ont à peu près les mêmes dimensions en carré, sur six pieds de hauteur, qui est celle des galeries. Pendant qu'on travaille à ces excavations, d'autres ouvriers sont occupés à faire des mises ou entailles de chaque côté de la galerie principale, qui a été commencée dans le rocher ferme, pour y placer des pièces de bois et y former une digue qui serve à retenir l'eau; et dans la partie inférieure de cette digue on laisse une ouverture pour y mettre une bonde ou un robinet. Lorsque le tout est exactement bouché, on y fait arriver de l'eau douce par des tuyaux qui partent du sommet de la montagne; peu à peu le sel se dissout à mesure que l'eau monte dans la galerie.... Dans quelques-unes des excavations de cette mine l'eau séjourne cinq, six, et même douze mois avant que d'être saturée; ce qui dépend de la richesse de la veine de sel et de l'étendue de l'excavation.... Ce n'est que quand l'eau est entièrement saturée que l'on ouvre les robinets des digues pour la faire couler et la conduire par des tuyaux de bois jusqu'à Halle, où sont les chandières d'évaporation. »

Dans les contrées du nord où l'eau de la mer se glace, on pourroit tirer le sel de cette eau en la recevant dans des bassins peu profonds, et la laissant exposée à la gelée; le sel abandonne la partie qui se glace et se concentre dans la portion inférieure de l'eau, qui, par ce moyen assez simple, se trouve beaucoup plus salée qu'elle ne l'étoit auparavant.

Il semble que la nature ait pris elle-même le soin de combiner l'acide et l'alcali pour former ce sel qui nous est le plus utile, le plus nécessaire de tous, et qu'elle l'ait en même temps accumulé, répandu en immense quantité sur la terre et dans toutes les mers; l'air même est imprégné de ce sel; il entre dans la composition de tous les êtres organisés; il plaît au goût de l'homme et de tous les animaux; il est aussi reconnoissable par sa figure que recommandable par sa qualité; il se cristallise plus facilement qu'aucun autre sel, et ses cristaux sont des cubes presque parfaits [1]; il est moins soluble que plusieurs autres sels, et la chaleur de l'eau, même bouilante, n'augmente que très-peu sa solubillité : néanmoins il attire si puissamment l'humidité de l'air, qu'il se réduit en liqueur si on le tient dans des lieux très-humides; il décrépite sur le feu par l'effort de l'air qui se dégage alors de ses cristaux, dont l'eau s'évapore en même temps : et cette eau de cristallisation qui, dans certains sels, comme l'alun, paroît faire plus de la moitié de la masse saline, n'est dans le sel marin qu'en petite quantité; car en le faisant calciner et même fondre à un feu violent, il n'éprouve aucune décomposition, et forme une masse opaque et blanche, également saline, et du même poids à peu près [2] qu'avant la fusion; ce qui prouve qu'il ne perd au feu que de l'air, et qu'il contient très-peu d'eau.

Ce sel, qui ne peut être décomposé par le feu, se décompose néanmoins par les acides vitrioliques et nitreux, qui, ayant plus d'affinité avec son acide, s'en saisissent, et lui font abandonner sa base alcaline : autre preuve que les trois acides, vitriolique, nitreux, et marin, sont de la même nature au fond, et qu'ils ne diffèrent que par les modifications qu'ils ont subies. Aucun de ces trois acides ne se trouve pur dans le sein de la terre; et lorsqu'on les compare, on voit que l'acide marin ne diffère du vitriolique qu'en ce qu'il est moins pesant et plus volatil, qu'il saisit moins fortement les substances alcalines, et qu'il ne forme presque toujours avec elles que des sels déliquescens : il ressemble à l'acide nitreux par cette dernière propriété, qui prouve que tous deux sont plus foibles que l'acide vi-

1. Les grains figurés en trémies sont de petits cubes groupés les uns contre les autres.

2. Le sel marin ne perd qu'un huit-centième de son poids par la calcination.

triolique, dont on peut croire qu'ils se sont formés, en ne perdant pas de vue leur première origine, qu'il ne faut pas confondre avec leur formation secondaire et leur conversion réciproque. L'acide aérien a été le premier formé ; il n'est composé que d'air et de feu. Ces deux élémens, en se combinant avec la terre vitrifiée, ont d'abord produit l'acide vitriolique ; ensuite l'acide marin s'est produit par leur combinaison avec les matières calcaires ; et enfin l'acide nitreux a été formé par l'union de ce même acide aérien avec la terre limoneuse et les autres débris putréfiés des corps organisés.

Comme l'acide marin est plus volatil que le nitreux et le vitriolique, on ne peut le concentrer autant. Il ne s'unit pas de même avec la matière du feu ; mais il se combine pleinement avec les alcalis fixe et volatil : il forme avec le premier le sel marin, et avec le second un sel très-piquant qui se sublime par la chaleur.

Quoique l'acide marin ne soit qu'un foible dissolvant en comparaison des acides vitriolique et nitreux, il se combine néanmoins avec l'argent et avec le mercure ; mais sa propriété la plus remarquable, c'est qu'étant mêlé avec l'acide nitreux ils font ensemble ce que l'acide vitriolique ne peut faire : ils dissolvent l'or, qu'aucun autre dissolvant ne peut entamer ; et quoique l'acide marin soit moins puissant que les deux autres, il forme néanmoins des sels plus corrosifs avec les substances métalliques ; il les dissout presque toutes avec le temps, surtout lorsqu'il est aidé de la chaleur, et il agit même plus efficacement sur leurs chaux que les autres acides.

Comme toute la surface de la terre a été long-temps sous les eaux, et que c'est par les mouvemens de la mer qu'ont été formées toutes les couches qui enveloppent le noyau du globe fondu par le feu, il a dû rester, après la retraite des eaux, une grande quantité des sels qui y étoient dissous : ainsi les acides de ces sels doivent être universellement répandus. On a donné le nom d'*acide méphitique* à leurs émanations volatiles ; cet *acide méphitique* n'est que notre acide aérien, qui, sous la forme d'air fixe, se dégage des sels et enlève une petite quantité de leur acide particulier, auquel il étoit uni par l'intermède de l'eau : aussi cet acide se manifeste-t-il dans la plupart des mines sous la forme de *moufette suffocante,* qui n'est autre chose que de l'air fixe stagnant dans ces profonds souterrains ; et ce phénomène offre une nouvelle et grande preuve de la production primitive de l'acide aérien et de sa dispersion universelle dans tous les règnes de la nature. Toutes les matières minérales en effervescence et toutes les substances végétales ou animales en fermentation peuvent donc produire également de l'acide méphitique ; mais les seules matières animales et végétales en putréfaction produisent assez de cet acide pour donner naissance au sel de nitre.

DU NITRE.

L'ACIDE nitreux est moins fixe que l'acide vitriolique, et moins volatil que l'acide marin ; tous trois sont toujours fluides ; et on ne les trouve nulle part dans un état concret, quoiqu'on puisse amener à cet état l'acide vitriolique en le concentrant par une chaleur violente : mais il se résout bientôt en liqueur dès qu'il est refroidi. Cet acide ne prend point de couleur au feu, et il y reste blanc ; l'acide marin y devient jaune, et l'acide nitreux paroît d'abord vert : mais sa vapeur, en se mêlant avec l'air, devient rouge, et il prend lui-même cette couleur rouge par une forte concentration. Cette vapeur que l'alcali nitreux exhale a de l'odeur et colore la partie vide des vaisseaux de verre dans lesquels on le tient renfermé ; comme plus volatil, il est aussi moins pesant que l'acide vitriolique, qui pèse plus du double de l'eau, tandis que la pesanteur spécifique de l'acide nitreux n'est que de moitié plus grande que celle de l'eau pure.

Quoique plus foible à certains égards que l'acide vitriolique, l'acide nitreux ne laisse pas de le vaincre à la distillation en le séparant de l'alcali. Or l'acide vitriolique ayant plus d'affinité que l'acide nitreux avec l'alcali, comment se peut-il que cet alcali lui soit enlevé par ce second acide ? Cela ne prouve-t-il pas que l'acide aérien réside en grande quantité dans l'acide nitreux et qu'il est la cause médiate de cette décomposition

opposée à la loi commune des affinités ?

On peut enlever à tous les sels l'eau qui est entrée dans leur cristallisation, et sans laquelle leurs cristaux ne se seroient pas formés. Cette eau, ni la forme en cristaux, ne sont donc point essentielles aux sels, puisque, après en avoir été dépouillés, ils ne sont point décomposés, et qu'ils conservent toutes leurs propriétés salines. Le nitre seul se décompose lorsqu'on le prive de cette eau de cristallisation ; et cela démontre que l'eau, ainsi que l'acide aérien, entrent dans la composition de ce sel, non seulement comme parties intégrantes de sa masse, mais même comme parties constituantes de sa substance et comme élémens nécessaires à sa formation.

Le nitre est donc de tous les sels le moins simple ; et quoique les chimistes aient abrégé sa définition en disant que c'est un sel composé d'acide nitreux et d'alcali fixe végétal, il me paroît que c'est non seulement un composé, mais même un *surcomposé* de l'acide aérien par l'eau, la terre, et le feu fixe des substances animales et végétales exaltées par la fermentation putride : il réunit les propriétés des acides minéraux, végétaux, et animaux ; quoique moins fort que l'acide vitriolique par sa qualité dissolvante, il produit d'autres plus grands effets ; il semble même augmenter la force du plus puissant des élémens en donnant au feu plus de violence et plus d'activité.

L'acide nitreux attaque presque toutes les matières métalliques ; il dissout avec autant de promptitude que d'énergie toutes les substances calcaires et toutes les terres mêlées des détrimens des végétaux et des animaux ; il forme avec presque toutes des sels déliquescens ; il agit aussi très-fortement sur les huiles, et même il les enflamme lorsqu'il est bien concentré : mais en l'affoiblissant avec de l'eau, et l'unissant à l'huile, il forme des sels savonneux ; et en le mêlant, dans cet état aqueux, avec l'esprit-de-vin, il s'adoucit au point de perdre presque toute son acidité, et l'on en peut faire une liqueur éthérée semblable à l'éther qui se fait avec l'esprit-de-vin et l'acide vitriolique. Ce dernier acide peut prendre une forme concrète, à force de concentration : l'acide nitreux, plus volatil, reste toujours liquide et s'exhale continuellement en vapeurs ; il attire l'humidité de l'air, mais moins fortement que l'acide vitriolique. Il en est de même de l'effet que ces deux acides produisent en les mêlant avec l'eau : la chaleur est plus forte et le bouillonnement plus grand par le vitriolique que par le nitreux ; celui-ci est néanmoins très-corrosif, et ce qu'on appelle *eau-forte* n'est que ce même acide nitreux affoibli par une certaine quantité d'eau.

Cet acide, ainsi que tous les autres, provient originairement de l'acide aérien, et il semble en être plus voisin que les deux autres acides minéraux ; car il est évidemment uni à une grande quantité d'air et de feu ; la preuve en est que l'acide nitreux ne se trouve que dans les matières imprégnées des déjections ou des débris putréfiés des végétaux et des animaux, qui contiennent certainement plus d'air et de feu qu'aucun des minéraux. Ce n'est qu'en unissant ces acides minéraux avec l'acide aérien, ou avec les substances qui en contiennent, qu'on peut les amener à la forme d'acide nitreux ; par exemple, on peut faire du nitre avec de l'acide vitriolique et de l'urine ; et de même l'acide sulfureux volatil, qui n'est que l'acide vitriolique uni avec l'air et le feu, approche autant de la nature de l'acide nitreux qu'il s'éloigne de celle de l'acide vitriolique, duquel néanmoins il ne diffère que par ce mélange qui le rend volatil et lui donne l'odeur du soufre qui brûle. De plus, l'acide nitreux et l'acide sulfureux se ressemblent encore, et diffèrent de l'acide vitriolique en ce qu'ils altèrent beaucoup plus les couleurs des végétaux que l'acide vitriolique, et que les cristallisations des sels qu'ils forment avec l'alcali se ressemblent entre elles autant qu'elles diffèrent de celle du tartre vitriolé.

Tout nous porte donc à croire que l'acide nitreux est moins simple et plus surchargé d'air et de feu que tous les autres acides ; que même, comme nous l'avons dit, ce sel est un *surcomposé* de feu et d'air accumulés et concentrés avec une petite portion d'eau et de terre par le travail profond et la chaleur intime de l'organisation animale et végétale ; qu'enfin ces mêmes élémens y sont exaltés et développés par la fermentation putride.

De tous les sels, le nitre est celui qui se dissout, se détruit, et s'évanouit le plus complétement et le plus rapidement, et toujours avec une explosion qui démontre le combat intestin et la puissante expansion des fluides élémentaires, qui s'écartent et se fuient à l'instant que leurs liens sont rompus.

En présentant le phlogistique, c'est-à-dire le feu animé par l'air, à l'acide vitriolique, le feu, comme nous l'avons dit, se fixe par cet acide, et il en résulte une nou-

velle substance qui est le soufre. En présentant de même le phlogistique à l'acide du nitre, il devroit, suivant l'ingénieuse idée de Stahl, se former un soufre nitreux; mais tel est l'excès du feu renfermé dans cet acide, que le soufre s'y détruit à l'instant même qu'il se forme, la moindre accession d'un nouveau feu suffisant pour le dégager de ses liens et le mettre en explosion.

Cette détonation du nitre est le plus terrible phénomène que la nature, sollicitée par notre art, ait jusqu'ici manifesté. Si le feu de Prométhée fut dérobé aux cieux, celui-ci semble pris au Tartare, portant partout la ruine et la mort; combiné par un génie funeste, ou plutôt soufflé par le démon de la guerre, il est devenu le grand instrument de la destruction des hommes et de la dévastation de la terre.

Ce redoutable effet du nitre enflammé est causé par la propriété qu'il a de s'allumer en un instant dans toutes les parties de sa masse, dès qu'elles peuvent être atteintes par la flamme. La surabondance de son propre feu n'attend que le plus léger contact de cet élément pour s'y réunir en rompant ses liens avec une force et une violence à laquelle rien ne peut résister. L'inflammation de la première particule communiquant son feu à celles qui l'avoisinent, et ainsi de proche en proche dans toute la masse, avec une inconcevable rapidité, et dans un instant pour ainsi dire indivisible, la somme de toutes ces explosions simultanées forme la détonation totale, d'autant plus redoutable qu'elle est plus renfermée et que les résistances qu'on lui oppose sont plus grandes; car c'est encore une des propriétés particulieres du nitre, et qui décèle de plus en plus sa nature ignée et aérienne, que de brûler et détoner en vaisseaux clos, et sans avoir besoin, comme toute autre matiere combustible, du contact et du ressort de l'air libre.

La plus grande force de la poudre à canon tient donc à ce que tout son nitre s'enflamme, et s'enflamme à la fois, ou dans le plus petit temps possible. Or cet effet dépend d'abord de la pureté du nitre, et ensuite de la proportion et de l'intimité de son mélange avec le soufre et le charbon destinés à porter l'inflammation sur toutes les parties du nitre. L'expérience a fait connoître que la meilleure proportion de ce mélange pour faire la poudre à canon est de soixante-quinze parties de nitre sur quinze parties et demie de soufre et neuf parties et demie de charbon. Néanmoins le charbon et le soufre ne contribuent pas par eux-mêmes à l'explosion du nitre; ils ne servent, dans la composition de la poudre, qu'à porter et communiquer subitement le feu à toutes les parties de sa masse; et même l'on pourroit dans le mélange supprimer le charbon, et ne se servir que du soufre pour porter la flamme sur le nitre; car M. Baumé dit avoir fait de très-bonne poudre à canon par cette seule mixtion du soufre et du nitre.

Comme cet usage du nitre ou salpêtre n'est malheureusement que trop universel, et que la nature semble s'être refusée à nous offrir ce sel en grande quantité, on a cherché des moyens de s'en procurer par l'art, et ce n'est que de nos jours qu'on a tâché de perfectionner la pratique de ces procédés: c'est l'objet du prix annoncé pour l'année prochaine[1] par l'Académie des Sciences, sur les nitrieres artificielles. Ces recherches auront sans doute pour point de vue d'exposer au libre contact de l'air, sous le plus de surface possible, et dans un degré de température et d'humidité convenables à la fermentation, un mélange proportionné de matières végétales et animales en putréfaction. Les substances animales produisent, à la vérité, du nitre en plus grande abondance que les matieres végétales; mais ce nitre formé par la putréfaction des animaux est à base terreuse et sans alcali fixe, et les végétaux putréfiés, ou les résidus de leur combustion, peuvent seuls fournir au nitre cette base d'alcali fixe.

On obtiendra donc du bon nitre toutes les fois qu'on exposera au contact et à l'impression de l'air des matières végétales et animales en putréfaction, soit en les mêlant avec des pierres et terres poreuses, suivant le procédé que nous indique la nature en nous offrant le nitre produit dans les plâtras et les craies: soit en projetant ces matières sur des fagots ou fascines, ainsi que le propose M. Macquer; supposé néanmoins que ce mélange soit entretenu dans le degré de température et d'humidité nécessaires pour soutenir la fermentation putride; car cette dernière circonstance n'est pas moins essentielle que le concours de l'air pour la production du nitre, même de celui qui se forme naturellement.

La nature n'a point produit de nitre en masse: il semble qu'elle ait, comme nous,

1. Ceci a été écrit dans l'année 1781.

besoin de tout son art pour former ce sel; c'est par la végétation qu'elle le travaille et le développe dans quelques plantes, telles que les *borraginés*, les *soleils*, etc. : et il est à présumer que ces plantes, dans lesquelles le nitre est tout formé, le tirent de la terre et de l'air avec la sève; car l'acide aérien réside dans l'atmosphère et s'étend à la surface de la terre; il devient acide nitreux en s'unissant aux élémens des matières animales et végétales putréfiées, et il se formeroit du nitre presque partout si les pluies ne le dissolvoient pas à mesure qu'il se produit : aussi l'on ne trouve du nitre en nature et en quantité sensible que dans quelques endroits des climats secs et chauds, comme en Espagne et en Orient, et dans le nouveau continent, au Pérou, sur des terrains de tout temps incultes, où la putréfaction des corps organisés s'est opérée sans trouble, et a été aidée de la chaleur et maintenue par la sécheresse. Ces terres sont quelquefois couvertes d'une couche de salpêtre de deux ou trois lignes d'épaisseur; il est semblable à celui que l'on recueille sur les parois des vieux murs, en les balayant légèrement avec un houssoir, d'où lui vient le nom de *salpêtre de houssage*. C'est par la même raison que l'on trouve des couches de salpêtre naturel sur la craie et sur le tuf calcaire, dans les endroits caverneux où ces terres sont à l'abri des pluies, et j'en ai moi-même recueilli sous des voûtes et dans des cavités de carrières de pierre calcaire où l'eau avoit pénétré et entraîné ce sel, qui s'étoit formé à la surface du terrain. Mais rien ne prouve mieux la nécessité du concours de l'acide aérien, pour la formation du nitre, que les observations de M. le duc de la Rochefoucauld, l'un de nos plus illustres et plus savans académiciens. Il les a faites sur le terrain de la montagne de *la Roche-Guyon*, située entre Mantes et Vernon : cette montagne n'est qu'une masse de craie dans laquelle on a pratiqué quelques habitations, où l'on a recueilli et trouvé du nitre en efflorescence et quelquefois cristallisé. Cela n'a rien d'extraordinaire, puisque ces lieux étoient habités par les hommes et les animaux : aussi M. le duc de La Rochefoucauld s'est-il attaché à reconnoître si la craie de l'intérieur de la montagne contenoit du nitre comme en contiennent ses cavités et sa surface; et il s'est convaincu, par des observations exactes et appuyées d'expériences décisives, que ni le nitre ni l'acide nitreux n'existent dans la craie qui n'a pas été exposée aux impressions de l'air; et il prouve, par d'autres expériences que cette seule impression de l'air suffit pour produire l'acide nitreux dans la craie. Voilà donc évidemment l'acide nitreux ramené à l'acide aérien; car l'alcali végétal, qui sert de base au nitre, est tout aussi évidemment produit par la décomposition putride des végétaux, et c'est par cette raison qu'on trouve du nitre tout formé dans la terre végétale et sur la surface spongieuse de la craie, des tufs, et des autres substances calcaires [1]. Mais en général le salpêtre naturel n'est nulle part assez abondant pour qu'on puisse en ramasser une grande quantité; et, pour y suppléer, on est obligé d'avoir recours à l'art. Une simple lessive suffit pour le tirer de ces terres où il se forme naturellement. Les matières qui en contiennent le plus sont les terres crétacées, et surtout les débris des mortiers et des plâtres qui ont été employés dans les bâtimens, et cependant on n'en extrait guère qu'une livre par quintal; et comme il s'en fait une prodigieuse consommation, on a cherché à combiner les matières et les circonstances nécessaires pour augmenter et accélérer la formation de ce sel.

En Prusse et en Suède on fait du salpêtre en amoncelant, par couches alternatives, du gazon, des cendres, de la chaux et du chaume : on délaie ces trois premières matières avec de l'urine et de l'eau-mère de salpêtre; on arrose de temps en temps d'urine les couches qui forment ce monceau, qu'on établit sous un hangar, à l'abri de la pluie : le salpêtre se forme et se cristallise à la surface du tas en moins d'un an, et on assure qu'il s'en produit ordinairement pendant dix ans. Nous avons suivi cette méthode en France, et on pourra peut-être la perfectionner [2]; mais jusqu'à ce jour on a cherché le salpêtre dans toutes les habitations des hommes et des animaux, dans les caves, les écuries, les étables, et dans les autres lieux humides et couverts : c'est une grande incommodité pour les habitans de la campagne, et même pour ceux des villes: et il est fort à désirer que les nitrières artificielles puissent suppléer à cette recherche, plus vexatoire qu'un impôt.

1. En Normandie, du côté d'Évreux, près du château de M. le duc de Bouillon, il y a une fabrique de salpêtre entretenue par la lixiviation des raclures de la craie des rochers, que l'on ratisse sept à huit fois par an.

2. Il y a quatorze ou quinze nitrières artificielles nouvellement établies en Franche-Comté, plusieurs en Bourgogne, et quelques-unes dans d'autres provinces.

Après avoir recueilli les débris et les terres où le salpêtre se manifeste, on mêle ces matières avec des cendres, et on lessive ce mélange par une grande quantité d'eau; on fait passer cette eau, déjà chargée de sel, sur de nouvelles terres toujours mêlées de cendres, jusqu'à ce qu'elle contienne douze livres de matière saline sur cent livres d'eau; ensuite on fait bouillir ces eaux pour les réduire par l'évaporation, et on obtient le nitre, qui se cristallise par le refroidissement. Au lieu de cendres on pourroit mêler de la potasse avec les terres nitreuses : car la cendre des végétaux n'agit ici que par son sel, et la potasse n'est que le sel de cette cendre.

Au reste, la matière saline dont les eaux sont chargées jusqu'à douze pour cent est un mélange de plusieurs sels, et particulièrement de sel marin combiné avec différentes bases : mais comme ce sel se précipite et se cristallise le premier, on l'enlève aisément; et on laisse le nitre, qui est encore en dissolution, se cristalliser lentement; il prend alors une forme concrète, et on le sépare du reste de la liqueur : mais comme, après cette première cristallisation, elle contient encore du nitre, on la fait évaporer et refroidir une seconde fois pour obtenir le surplus de ce sel, qui se manifeste de même en cristaux; après quoi il ne reste que l'*eau-mère*, dont les sels ne peuvent plus se cristalliser. Mais ce nitre n'est pas encore assez pur pour en faire de la poudre à canon; il faut le dissoudre et le faire cristalliser une seconde et même une troisième fois, pour lui donner toute la pureté et la blancheur qu'il doit avoir avant d'être employé à cet usage.

Le nitre s'enflamme sur les charbons ardens avec un bruit de sifflement; et lorsqu'on le fait fondre dans un creuset, il fait explosion et détone dès qu'on lui offre quelque matière inflammable, et particulièrement du charbon réduit en poudre. Ce sel purifié est transparent; il n'attire que foiblement l'humidité de l'air; il n'a que peu ou point d'odeur : sa saveur est désagréable; néanmoins on l'emploie dans les salaisons pour donner aux viandes une couleur rouge. La forme de ses cristaux varie beaucoup; ils se présentent tantôt en prismes rayés dans leur longueur, tantôt en rhombes, tantôt en parallélipipèdes rectangles ou obliques. M. le docteur Desmeste a scrupuleusement examiné toutes ces variétés de figure, et il pense qu'on pourroit les réduire au parallélipipède, qui est, dit-il, la forme primitive de ce sel.

La plupart des sels peuvent perdre leur forme cristallisée, et être privés de leur eau de cristallisation, sans être décomposés et sans que leur essence saline en soit altérée. Le nitre seul se décompose par le concours de l'air, lorsqu'il est en fusion; son eau de cristallisation se réduit en vapeurs et enlève avec elle l'acide, en sorte qu'il ne reste au fond du creuset que de l'alcali fixe; preuve évidente que l'acide du nitre est le même que l'acide aérien. Au reste comme le nitre se dissout bien plus parfaitement et en bien plus grande quantité dans l'eau bouillante que dans l'eau froide, il se cristallise plus par le refroidissement que par l'évaporation, et les cristaux seront d'autant plus gros que le refroidissement aura été plus lent.

La saveur du nitre n'est pas agréable comme celle du sel marin; elle est cependant plus fraîche, mais elle laisse ensuite une impression répugnante au goût. Ce sel se conserve à l'air; comme il est chargé d'acide aérien, il n'attire pas celui de l'atmosphère; il ne perd pas même sa transparence dans un air sec, et ne devient déliquescent que par une surcharge d'humidité. Il se liquéfie très-aisément au feu, et à un degré de chaleur bien inférieur à celui qui est nécessaire pour le faire rougir; il se fond sans un grand mouvement intérieur et sans boursouflement à l'extérieur, lors même qu'on pousse la fonte jusqu'au rouge. En laissant refroidir ce nitre fondu, il forme une masse solide, et demi-transparente, à laquelle on a donné le nom impropre de *cristal minéral;* car ce n'est que du nitre qui n'est plus cristallisé, et qui du reste a conservé toutes ses propriétés.

L'acide vitriolique et l'arsenic, qui ont encore plus d'affinité que l'acide nitreux avec l'alcali. décomposent le nitre en lui enlevant l'alcali, sans toucher à son acide; ce qui fournit le moyen de retirer cet acide du nitre par la distillation. L'alcali qui reste retient une certaine quantité d'arsenic, et c'est ce qu'on appelle *nitre fixé par l'arsenic*. C'est un très-bon fondant, et duquel on peut se servir avantageusement pour la vitrification. Nous ne parlerons pas des autres combinaisons de l'acide nitreux, et nous nous réservons de les indiquer dans les articles où nous traiterons de la dissolution des métaux.

SEL AMMONIAC.

Ce sel est ainsi nommé du mot *ammos*, qui signifie du *sable*, parce que les anciens ont écrit qu'on le trouvoit dans les sables, qui avoient aussi donné leur nom au temple de *Jupiter Ammon*. Cette tradition néanmoins ne s'est pas pleinement confirmée; car ce n'est qu'au dessus des volcans et des autres fournaises souterraines que nous sommes assurés qu'il se trouve réellement du sel ammoniac formé par la nature. C'est un composé de l'acide marin et de l'alcali volatil, et cette union ne peut se faire que par le feu ou par l'action d'une grande chaleur. On a dit que l'ardeur du soleil, dans les terrains secs des climats les plus chauds, produisoit ce sel dans les endroits où la terre se trouvoit arrosée de l'urine des animaux; et cela ne paroît pas impossible, puisque l'urine putréfiée donne de l'alcali volatil, et que la chaleur du soleil, dans un temps de sécheresse, peut équivaloir à l'action d'un feu réel; et comme il y a sur la surface de la terre des contrées où le sel marin abonde, il peut s'y former du sel ammoniac par l'union de l'acide de ce sel avec l'acali volatil de l'urine et des autres matières animales ou végétales en putréfaction; et de même dans les lieux où il se sera rencontré d'autres sels acides, vitrioliques, nitreux, etc., il en aura résulté autant de différens sels ammoniacaux qu'il y a de combinaisons diverses entre l'acide de ces sels et l'alcali volatil; car quoiqu'on puisse dire aussi qu'il y a plusieurs alcalis volatils, parce qu'en effet ils diffèrent entre eux par quelques qualités qu'ils empruntent des substances dont on les tire, cependant tous les chimistes conviennent qu'en les purgeant de ces matières étrangères tous ces alcalis volatils se réduisent à un seul, toujours semblable à lui-même, lorsqu'il est amené à un point de pureté convenable.

De tous les sels ammoniacaux celui que la nature nous présente en plus grande quantité est le sel ammoniac formé de l'acide marin et de l'alcali volatil : les autres qui sont composés de ce même alcali avec l'acide vitriolique, l'acide nitreux, ou avec les acides végétaux et animaux, n'existent pas sur la terre, ou ne s'y trouvent qu'en si petite quantité, qu'on peut les négliger dans l'énumération des productions de la nature. Mais de la même manière que l'alcali fixe et minéral s'est combiné en immense quantité avec l'acide marin, comme le moins éloigné de son essence, et a produit le sel commun, l'alcali volatil a aussi saisi de préférence cet acide marin plus volatil, et par conséquent plus conforme à sa nature, que les deux autres acides minéraux. Il n'est donc pas impossible que le sel ammoniac se forme dans tous les lieux où l'alcali volatil et le sel marin se trouvent réunis. Les anciens relateurs ont écrit que l'urine des chameaux produit, sur les sables salés de l'Arabie et de la Libye, du sel ammoniac en grande quantité; mais les voyageurs récens n'ont ni recherché ni vérifié ce fait, qui néanmoins me paroît assez probable.

Les acides en général s'unissent moins intimement avec l'alcali volatil qu'avec les alcalis fixes; et l'acide marin en particulier n'est qu'assez foiblement uni avec l'alcali volatil dans le sel ammoniac. C'est peut-être par cette raison que tous les sels ammoniacaux ont une saveur beaucoup plus vive et plus piquante que les sels composés des mêmes acides et de l'alcali fixe. Ces sels ammoniacaux sont aussi plus volatils et plus susceptibles de décomposition, parce que l'alcali volatil n'est pas aussi fortement uni que l'alcali fixe avec leur acide.

On trouve du sel ammoniac tout formé et sublimé au dessus des solfatares et des volcans; et ce fait nous fournit une nouvelle preuve de ce j'ai dit au sujet des matières qui servent d'aliment à leurs feux; ce sont les pyrites, les terres limoneuses et végétales, les terreaux, le charbon de terre, les bitumes, et toutes les substances, en un mot, qui sont composées des détrimens des végétaux et des animaux, et c'est par le choc de l'eau de la mer contre le feu que se font les explosions des volcans : l'incendie de ces matières animales et végétales humectées d'eau marine doit donc former du sel ammoniac, qui se sublime par la violence du feu, et qui se cristallise par le refroidissement contre les parois des solfatares et des volcans. Le savant minéralogiste Cronstedt dit « qu'il seroit aisé d'assigner l'origine du sel ammoniac, s'il étoit prouvé que les volcans sont produits par des ardoises formées de végétaux décomposés et d'animaux putréfiés avec l'*humus ;* car on sait,

ajoute-t-il, que les pétrifications ont des principes qui donnent un sel urineux. » Mais les ardoises ne sont pas comme le dit Cronstedt, de l'*humus*, ou *terre végétale*; elles ne sont pas formées de cette terre et de végétaux décomposés, ou d'animaux putréfiés, et les volcans ne sont pas produits par les ardoises; car c'est cette même terre *humus*, ce sont les détrimens des végétaux et des animaux dont elle est composée, qui sont les véritables alimens des feux souterrains; ce sont de même les charbons de terre, les bitumes, les pyrites, et toutes les matières composées ou chargées de ces détrimens des corps organisés, qui causent leur incendie et entretiennent leur feu; et ce sont ces mêmes matières qui contiennent des sels urineux en bien plus grande quantité que les pétrifications; enfin c'est là la véritable origine du sel ammoniac dans les volcans : il se forme par l'union de l'acide de l'eau marine à l'alcali volatil des matières animales et végétales, et se sublime ensuite par l'action du feu.

Le sel ammoniac et le phosphore sont formés par ces deux mêmes principes salins : l'acide marin, qui seul ne s'unit pas avec la matière du feu, la saisit dès qu'il est joint à l'alcali volatil, et forme le sel ammoniac ou le phosphore, suivant les circonstances de sa combinaison; et même, lorsque l'acide marin ou l'acide nitreux sont combinés avec l'alcali fixe minéral, ils produisent encore le phosphore; car le sel marin *calcaire* et le nitre *calcaire* répandent et conservent de la lumière assez long-temps après leur calcination; ce qui semble prouver que la base de tout phosphore est l'alcali, et que l'acide n'en est que l'accessoire. C'est donc aussi l'alcali volatil, plutôt que l'acide marin, qui fait l'essence de tous les sels ammoniacaux, puisqu'ils ne diffèrent entre eux que par leurs acides, et que tous sont également formés par l'union de ce seul alcali : enfin c'est par cette raison que tous les sels ammoniacaux sont à demi volatils.

Le sel ammoniac formé par la combinaison de l'alcali volatil avec l'acide marin se cristallise lorsqu'il est pur, soit par la sublimation, soit par la simple évaporation, toutes deux néanmoins suivies du refroidissement. Comme ces cristaux conservent une partie de la volatilité de leur alcali, la chaleur du soleil suffit pour les dissiper en les volatilisant. Au reste, ce sel est blanc, presque transparent; et lorsqu'il est sublimé dans des vaisseaux clos, il forme une masse assez compacte, dans laquelle on remarque des filets appliqués dans leur longueur parallèment les uns aux autres. Il attire un peu l'humidité de l'air, et devient déliquescent avec le temps. L'eau le dissout facilement; et l'on a observé qu'il produit un froid plus que glacial dans sa dissolution. Ce grand refroidissement est d'autant plus marqué que la chaleur de l'air est plus grande et qu'on le dissout dans une eau plus chaude; et la dissolution se fait bien plus promptement dans l'eau bouillante que dans l'eau froide.

L'action du feu ne suffit pas seule pour décomposer le sel ammoniac; il se volatilise à l'air libre, ou se sublime, comme le soufre, en vaisseaux clos, sans perdre sa forme et son essence : mais on le décompose aisément par les acides vitriolique et nitreux, qui sont plus puissans que l'acide marin, et qui s'emparent de l'alcali volatil que cet acide, plus foible, est forcé d'abandonner. On peut aussi le décomposer par les alcalis fixes et par les substances calcaires et métalliques qui s'emparent de son acide, avec lequel elles ont plus d'affinité que l'alcali volatil.

La décomposition de ce sel par la craie ou par toute autre matière calcaire offre un phénomène singulier; c'est que d'un sel ammoniac que nous supposons composé de parties égales d'acide marin et d'alcali volatil, on retire par cette décomposition beaucoup plus d'alcali volatil, au point que sur une livre de sel composée de huit onces d'acide marin et de huit onces d'alcali volatil, on retire quatorze onces de ce même alcali : ces six onces de surplus ont certainement été fournies par la craie, laquelle, comme toutes les autres substances calcaires, contient une très-grande quantité d'air et d'eau qui se dégagent ici avec l'alcali volatil pour en augmenter le volume et la masse : autre preuve que l'air fixe ou acide aérien peut se convertir en alcali volatil.

Indépendamment de l'acide aérien, il entre encore de la matière inflammable dans l'alcali volatil, et par conséquent dans la composition du sel ammoniac; il fait par cette raison fuser le nitre lorsqu'on les chauffe ensemble : il rehausse la couleur de l'or, si on le projette sur la fonte de ce métal; il sert aussi, et par la même cause, à fixer l'étamage sur le cuivre et sur le fer. On fait donc un assez grand usage de ce sel; et comme la nature n'en fournit qu'en très-petite quantité, on auroit dû chercher les moyens d'en fabriquer par l'art : mais jusqu'ici on s'est contenté de s'en procurer

par le commerce. On le tire des Indes orientales, et surtout de l'Égypte, où l'on en fait tous les ans plusieurs centaines de quintaux. C'est des déjections des animaux et des hommes que l'on extrait ce sel en Égypte. On sait que, faute de bois, on y ramasse soigneusement les excrémens de tous les animaux : on les mêle avec un peu de paille hachée pour leur donner du corps et les faire sécher au soleil; ils deviennent combustibles par ce desséchement, et l'on ne se sert guère d'autres matières pour faire du feu. On recueille avec encore plus de soin la suie que leur combustion produit abondamment; cette suie contient l'alcali volatil et l'acide marin, tous deux nécessaires à la formation du sel ammoniac : aussi ne faut-il que la renfermer dans des vaisseaux de verre, qu'on en remplit aux trois quarts, et qu'on chauffe graduellement au point de faire sublimer l'alcali volatil; il enlève avec lui une portion de l'acide marin, et ils forment ensemble, au haut du vaisseau, une masse considérable de sel ammoniac. Vingt-six livres de cette suie animal donnent, dit-on, six livres de sel ammoniac. Ce qu'il y a de sûr, c'est que l'Égypte en fournit l'Europe et l'Asie. Néanmoins on fabrique aussi du sel ammoniac dans quelques endroits des Indes orientales; mais il ne nous en arrive que rarement et en petite quantité. On le distingue aisément de celui d'Égypte; il est en forme de pain de sucre, et l'autre est en masse aplatie : leur surface est également noircie de l'huile fuligineuse de la suie, et il faut les laver pour les rendre blancs au dehors comme ils le sont au dedans.

La saveur de ce sel est piquante et salée, et en même temps froide et amère; son odeur pénétrante est urineuse, et il y a toute raison de croire qu'il peut en effet se former dans les lieux où l'alcali volatil de l'urine putréfiée se combine avec l'acide du sel marin. Ses cristaux sont en filets arrangés en forme de barbes de plume, à peu près comme ceux de l'alun; ils sont plians et flexibles, au lieu que ceux de l'alun sont roides et cassans. Au reste, on peut tirer du sel ammoniac de toutes les matières qui contiennent du sel marin et de l'alcali volatil. Il y a même des plantes, comme la moutarde, les choux, etc., qui fournissent du sel ammoniac, parce qu'elles sont imprégnées de ces deux sels.

On recueille le sel ammoniac qui se sublime par l'action des feux souterrains, et même l'on aide à sa formation en amoncelant des pierres sur les ouvertures et fentes par où s'exhalent les fumées ou vapeurs enflammées, elles laissent sur ces pierres une espèce de suie blanche et salée, de laquelle on tire du sel marin et du sel ammoniac : quelquefois aussi cette suie est purement ammoniacale; et cela arrive lorsque l'acide marin dégagé de sa base s'est combiné avec l'alcali volatil des substances animales et végétales, qui, sous la forme de bitume, de charbon de terre, etc., servent d'aliment au feu des volcans. Le Vésuve, l'Etna, et toutes les solfatares en produisent, et l'on en trouve aussi sur les vieux volcans éteints, ou qui brûlent tranquillement et sans explosion. On cite le pays des Calmoucks en Tartarie, et le territoire d'Orenbourg en Sibérie, comme très-abondans en sel ammoniac : on assure que, dans ces lieux, il a formé d'épaisses incrustations sur les rochers, et que même il se présente quelquefois en masses jointes à du soufre ou d'autres matières volcaniques.

BORAX.

Le borax est un sel qui nous vient de l'Asie, et dont l'origine et même la fabrication ne nous sont pas bien connues. Il paroît néanmoins que ce sel est formé ou du moins ébauché par la nature, et que les anciens Arabes qui lui ont donné son nom savoient le *facturer* et en faisoient un grand usage : mais ils ne nous ont rien transmis de ce qu'ils pouvoient savoir sur sa formation dans le sein de la terre, et sur la maniere de l'extraire et de le préparer; les voyageurs modernes nous apprennent seulement que ce sel se trouve dans quelques provinces de la Perse, de la Tartarie méridionale, et dans quelques contrées des Indes orientales. La meilleure relation est celle qui a été publiée par l'un de nos plus laborieux et savans naturalistes, M. Valmont de Bomare, par laquelle il paroît que ce sel se trouve dans des terres grasses et dans des pierres tendres, arrosées ou peut-être formées du dépôt des eaux qui découlent des montagnes à mines métalli-

ques; ce qui semble indiquer que ce sel est en dissolution dans ces eaux, et que la terre grasse ou la pierre tendre ont été pénétrées de cette eau saline et minérale. On appelle *tinkal* ou *borax brut* la matière qu'on extrait de ces terres et pierres par la lessive et l'évaporation; et c'est sous cette forme et sous ce nom qu'on l'apporte en Europe, où l'on achève de le purifier.

Dans leur état de pureté, les cristaux du borax ressemblent à ceux de l'alun; ils contiennent cependant moins d'eau, et en exigent une plus grande quantité pour se dissoudre, et même ils ne se dissolvent bien que dans l'eau chaude. Au feu, ce sel se gonfle moins que l'alun; mais il s'y liquéfie et s'y calcine de même : enfin il se convertit en une sorte de verre salin, qu'on préfère au borax même dans plusieurs usages, parce qu'étant dépouillé de toute humidité, il n'est point sujet à se boursoufler. Ce verre de borax n'est ni dur ni dense, et il participe moins des qualités du verre que de celles du sel; il se décompose à l'air, y devient farineux; il se dissout dans l'eau, et donne, par l'évaporation, des cristaux tout semblables à ceux du borax. Ainsi ce sel, en se vitrifiant, loin de se dénaturer, ne fait que s'épurer davantage et acquérir des propriétés plus actives : car ce verre de borax est le plus puissant de tous les fondans; et lorsqu'on le mêle avec des terres, de quelque qualité qu'elles soient, il les convertit toutes en verres solides et plus ou moins transparens, suivant la nature de ces terres.

Tout ceci paroît déjà nous indiquer que le borax contient une grande quantité d'alcali; et cela se prouve encore par l'effet des acides sur ce sel : ils s'emparent de son alcali, et forment des sels tout semblables à ceux qu'ils produisent en se combinant avec l'alcali minéral ou marin; et non seulement on peut enlever au borax son alcali par les acides vitriolique, nitreux et marin, mais aussi par les acides végétaux. Ainsi la présence de l'alcali fixe dans le borax est parfaitement démontrée : mais ce n'est cependant pas cet alcali seul qui constitue son essence saline; car après en avoir séparé par les acides cet alcali, il reste un sel qui n'est lui-même ni acide ni alcali, et qu'on ne sait comment définir. M. Homberg, de l'Académie des Sciences, est le premier qui en ait parlé; il l'a nommé *sel sédatif*, et ce nom n'a rapport qu'à quelques propriétés calmantes que cet habile chimiste a cru lui reconnoître : mais on ignore encore quel est le principe salin de ce sel singulier; et comme sur les choses incertaines il est permis de faire des conjectures, et que j'ai ci-devant réduit tous les sels simples à trois sortes, savoir, les acides, les alcalis et les arsenicaux, il me semble qu'on peut soupçonner avec fondement que le sel sédatif a l'arsenic pour principe salin.

D'abord il paroît certain que ce sel existe tout formé dans le borax, et qu'il y est uni avec l'alcali, dont les acides ne font que le dégager, puisqu'en le combinant de nouveau avec l'alcali, on en refait du borax. 2° Le sel sédatif n'est point un acide, et cependant il semble suppléer l'acide dans le borax, puisqu'il y est uni avec l'alcali : or il n'y a dans la nature que l'arsenic qui puisse faire fonction d'acide avec les substances alcalines. 3° On obtient le sel sédatif du borax par sublimation; il s'élève et s'attache au haut des vaiseaux clos en filets déliés ou en lames minces, légères et brillantes; et c'est sous cette forme qu'on conserve ce sel. On peut aussi le retirer du borax par la simple cristallisation; il paroît être aussi pur que celui qu'on obtient par la sublimation : car il est également brillant et aussi beau; il est seulement plus pesant, quoique toujours très-léger; et l'on ne peut s'empêcher d'admirer la légèreté de ce sel obtenu par sublimation : un gros, dit M. Macquer, suffit pour emplir un assez grand bocal. 4° C'est toujours par le moyen des acides qu'on retire le sel sédatif du borax, soit par sublimation ou par cristallisation; et M. Baron, habile chimiste, de l'Académie des Sciences, a bien prouvé qu'il ne se forme pas, comme on pourroit l'imaginer, par la combinaison actuelle de l'alcali avec les acides dont on se sert pour le retirer du borax : ainsi ce sel n'est certainement point un acide connu. 5° Les chimistes ont regardé ce sel comme simple, parce qu'il ne leur a pas été possible de le décomposer; il a résisté à toutes les épreuves qu'ils ont pu tenter, et il a conservé son essence sans altération. 6° Ce sel est non seulement le plus puissant fondant des substances terrestres, mais il produit le même effet sur les matières métalliques.

Ainsi, quoique le sel sédatif paroisse simple, et qu'il le soit en effet plus que le borax, il est néanmoins composé de quelques substances salines et métalliques si intimement unies, que notre art ne peut les séparer; et je présume que ces substances peuvent être de l'arsenic et du cuivre, auquel on sait que l'arsenic adhère si fortement, qu'on a grande peine à l'en séparer. Ceci n'est qu'une conjecture, un soupçon;

mais comme d'une part le borax ne se trouve que dans des terres ou des eaux chargées de parties métalliques, et particulièrement dans le voisinage des mines de cuivre en Perse, et que d'autre part le sel sédatif n'est ni acide ni alcali, et qu'il a plusieurs propriétés semblables à celles de l'arsenic, et qu'enfin il n'y a de sels simples dans la nature que l'acide, l'alcali et l'arsenic, j'ai cru que ma conjecture étoit assez fondée pour la laisser paroître, en la soumettant néanmoins à toute critique, et particulièrement à l'arrêt irrévocable de l'expérience, qui la détruira ou la confirmera. Je puis, en attendant, citer un fait qui paroît bien constaté. M. Cadet, l'un de nos savans chimistes, de l'Académie des Sciences, a tiré du borax un culot de cuivre par des dissolutions et des filtrations réitérées; et ce seul fait suffit pour démontrer que le cuivre est une des substances dont le borax est composé: mais il sera peut-être plus difficile d'y reconnoître l'arsenic.

Le sel sédatif est encore plus fusible, plus vitrifiable, et plus vitrifiant que le borax, et cependant il est privé de son alcali, qui, comme l'on sait, est le sel le plus fondant et le plus nécessaire à la vitrification; dès lors ce sel sédatif contient donc une matière qui, sans être alcaline, a néanmoins la même propriété vitrifiante. Or je demande quelle peut être cette matière, si ce n'est de l'arsenic, qui seul a ces propriétés, et qui même peut fondre et vitrifier plusieurs substances que les alcalis ne peuvent vitrifier.

Ce sel se dissout dans l'esprit-de-vin : il donne à sa flamme une belle couleur verte; ce qui semble prouver encore qu'il est imprégné de quelques élémens métalliques, et particulièrement de ceux du cuivre. Il est vrai qu'en supposant ce sel composé d'arsenic et de cuivre, il faut encore admettre dans sa composition une terre vitrescible capable de saturer l'arsenic et d'envelopper le cuivre; car ce sel sédatif à très-peu de saveur, et ses effets, au lieu d'être funestes comme ceux de l'arsenic et du cuivre, ne sont que doux et même salutaires. Mais ne trouve-t-on pas la même différence d'effets entre le sublimé corrosif et le mercure doux? Un autre fait qui va encore à l'appui de ma conjecture, c'est que le borax fait pâlir la couleur de l'or; et l'on sait que l'arsenic le pâlit ou blanchit de même : mais on ne sait pas, et il faudroit l'essayer, si en jetant à plusieurs reprises une grande quantité de borax sur l'or en fusion, il ne le rendroit pas cassant comme fait l'arsenic. S'il produisoit cet effet, on ne pourroit guère douter que le borax et le sel sédatif ne continssent de l'arsenic. Au reste, il faudroit faire de préférence cet essai sur le sel sédatif qui est débarrassé d'alcali, et qui a, comme le borax, la propriété de blanchir l'or. Enfin on peut comparer au borax le *nitre fixé par l'arsenic*, qui devient par ce mélange un très-puissant fondant, et qu'on peut employer, au lieu de borax, pour opérer la vitrification. Tous ces rapports me semblent indiquer que l'arsenic fait partie du borax, mais qu'il adhère si fortement à la base métallique de ce sel, qu'on ne peut l'en séparer.

Au reste, il n'est pas certain qu'on ne puisse tirer le sel sédatif que du sel borax, puisque M. Hoëffer assure que les eaux du lac *Cherchiago*, dans le territoire de Sienne en Italie, en fournissent une quantité assez considérable; et cependant il ne dit pas que ces mêmes eaux fournissent du borax.

On apporte de Turquie, de Perse, du continent des Indes, et même de l'île de Ceylan, du *tinkal* ou *borax brut* de deux sortes : l'un est mou et rougeâtre, et l'autre est ferme et gris ou verdâtre; on leur enlève ces couleurs et l'onctuosité dont ils sont encore imprégnés, en les purifiant. Autrefois les Vénitiens étoient et actuellement les Hollandois sont les seuls qui aient le secret de ce petit art, et les seuls aussi qui fassent le commerce de ce sel; cependant on assure que les Anglois en tirent de plusieurs endroits des Indes, et qu'ils en achètent des Hollandois à Ceylan.

Le borax bien purifié doit être fort blanc et très-léger. On le falsifie souvent en le mêlant d'alun : il porte alors une saveur styptique sur la langue; et, volume pour volume, il est bien moins léger que le borax pur, qui n'a d'ailleurs presque point de saveur, et dont les cristaux sont plus transparens que ceux de l'alun. On distingue donc à ces deux caractères sensibles le borax pur du borax mélangé.

La plus grande et la plus utile propriété du borax est de faciliter, plus qu'aucun autre sel, la fusion des métaux; il en rassemble aussi les parties métalliques, et les débarrasse des substances hétérogènes qui s'y trouvent mêlées, en les réduisant en scories qui nagent au dessus du métal fondu : il le défend aussi de l'action de l'air et du feu, parce qu'il forme lui-même un verre qui sert de bain au métal avec lequel il ne se confond ni ne se mêle; et comme il en accélère et facilite la fusion, il diminue par conséquent

la consommation des combustibles et le temps nécessaire à la fonte ; car il ne faut qu'un feu modéré pour qu'il exerce son action fondante. On s'en sert donc avec tout avantage pour souder les métaux, dont on peut, par son moyen, réunir les pièces les plus délicates sans les déformer ; il a éminemment cette utile propriété de réunir et souder ensemble tous les métaux durs et difficiles à fondre.

Quoique, à mon avis, le borax contienne de l'arsenic, il est néanmoins autant ami des métaux que l'arsenic se montre leur ennemi ; le borax les rend lians et fusibles, et ne leur communique aucune des qualités de l'arsenic, qui, lorsqu'il est seul et nu, les aigrit et les corrode : et d'ailleurs l'action du borax est subordonnée à l'art, au lieu que l'arsenic agit par sa propre activité, et se trouve répandu et reproduit par la nature dans presque tout le règne minéral ; et, à cet égard, l'arsenic, comme sel, devroit trouver ici sa place.

Nous avons dit que des trois grandes combinaisons salines de l'acide primitif ou aérien, la première s'est faite avec la terre vitreuse, et nous est représentée par l'acide vitriolique ; la seconde s'est opérée avec la terre calcaire, et a produit l'acide marin ; et la troisième, avec la substance métallique, a formé l'arsenic. L'excès de causticité qui le caractérise, et ses autres propriétés, semblent en effet tenir à la masse et à la densité de la base que nous lui assignons : mais l'arsenic est un *Protée*, qui non seulement se montre sous la forme de sel, mais se produit aussi sous celle d'un régule métallique ; et c'est à cause de cette propriété qu'on lui a donné le nom et le rang de demi-métal. Ainsi nous remettons à en traiter à la suite des demi-métaux, dont il paroît être le dernier, quoique, par des traits presque aussi fortement marqués, il s'unisse et s'assimile aux sels.

Nous terminerons donc ici cette histoire naturelle des sels, peut-être déjà trop longue. Mais j'ai dû parler de toutes les matieres salines que produit la nature, et je n'ai pu le faire sans entrer dans quelque discussion sur les principes salins, et sans exposer avec un peu de détail les différens effets des acides et des alcalis amenés par notre art à leur plus grand degré de pureté. J'ai tâché d'exposer leurs propriétés essentielles, et je crois qu'on en aura des idées nettes si l'on veut me lire sans préjugés. J'aurois encore plus excédé les bornes que je me suis prescrites, si je me fusse livré à comparer avec les sels produits par la nature tous ceux que la chimie a su former par ses combinaisons : les sels sont, après le feu, les plus grands instrumens de ce bel art, qui commence à devenir une science par sa réunion avec la physique.

DU FER.

On trouve rarement les métaux sous leur forme métallique dans le sein de la terre ; ils y sont ordinairement sous une forme minéralisée, c'est-à-dire altérée par le mélange intime de plusieurs matières étrangères, et la quantité des métaux purs est très-petite en comparaison de celle des métaux minéralisés ; car, à l'exception de l'or, qui se trouve presque toujours dans l'état de métal, tous les autres métaux se présentent le plus souvent dans l'état de minéralisation. Le feu primitif, en liquéfiant et vitrifiant toute la masse des matières terrestres du globe, a sublimé en même temps les substances métalliques, et leur a laissé d'abord leur forme propre et particulière : quelques-unes de ces substances métalliques ont conservé cette forme native ; mais la plupart l'ont perdue par leur union avec des matières étrangères et par l'action des élémens humides. Nous verrons que la production des métaux purs et celle des métaux mélangés de matière vitreuse par le feu primitif sont contemporaines, et qu'au contraire les métaux minéralisés par les acides et travaillés par l'eau sont d'une formation postérieure.

Tous les métaux sont susceptibles d'être sublimés par l'action du feu ; l'or, qui est le plus fixe de tous, ne laisse pas de se sublimer par la chaleur, et il en est de même de tous les autres métaux et minéraux métalliques : ainsi, lorsque le feu primitif eut réduit en verre les matières fixes de la masse terrestre, les substances métalliques se sublimèrent et furent par conséquent exclues de la vitrification générale ; la violence du feu les tenoit élevées au dessus de la surface du globe ; elles ne tombèrent que quand cette

chaleur extrême, commençant à diminuer, leur permit de rester dans un état de fusion sans être sublimées de nouveau. Les métaux qui, comme le fer et le cuivre, exigent le plus de feu pour se fondre durent se placer les premiers sur la roche du globe encore tout ardente. L'argent et l'or, dont la fusion ne suppose qu'un moindre degré de feu, s'établirent ensuite et coulèrent dans les fentes perpendiculaires de cette roche déjà consolidée; ils remplirent les interstices que le quartz décrépité leur offroit de toutes parts, et c'est par cette raison qu'on trouve l'or et l'argent vierge en petits filets dans la roche quartzeuse. Le plomb et l'étain, auxquels il ne faut qu'une bien moindre chaleur pour se liquéfier, coulèrent longtemps après ou se convertirent en chaux, et se placèrent de même dans les fentes perpendiculaires. Enfin tous ces métaux, souvent mêlés et réunis ensemble, y formèrent les filons primitifs des mines primordiales, qui toutes sont mélangées de plusieurs minéraux métalliques. Et le mercure, qu'une médiocre chaleur volatilise, ne put s'établir que peu de temps avant la chute des eaux et des autres matières également volatiles.

Quoique ces dépôts des différens métaux se soient formés successivement et à mesure que la violence du feu diminuoit, comme ils se sont faits dans les mêmes lieux, et que les fentes perpendiculaires ont été le réceptacle commun de toutes les matières métalliques fondues ou sublimées par la chaleur intérieure du globe, toutes les mines sont mêlées de différens métaux et minéraux métalliques. En effet, il y a presque toujours plusieurs métaux dans la même mine : on trouve le fer avec le cuivre, le plomb avec l'argent, l'or avec le fer, et quelquefois tous ensemble; car il ne faut pas croire, comme bien des gens se le figurent, qu'une mine d'or ou d'argent ne contienne que l'une ou l'autre de ces matières : il suffit, pour qu'on lui donne cette dénomination, que la mine soit mêlée d'une assez grande quantité de l'un ou de l'autre de ces métaux, pour être travaillée avec profit; mais souvent et presque toujours le métal précieux y est en moindre quantité que les autres matières minérales ou métalliques.

Quoique les faits subsistans s'accordent parfaitement avec les causes et les effets que je suppose, on ne manquera pas de contester cette théorie de l'établissement local des mines métalliques : on dira qu'on peut se tromper en estimant par comparaison et jugeant par analogie les procédés de la nature; que la vitrification de la terre et la sublimation des métaux par le feu primitif n'étant pas des faits démontrés, mais de simples conjectures, les conséquences que j'en tire ne peuvent qu'être précaires et purement hypothétiques : enfin l'on renouvellera sans doute l'objection triviale si souvent répétée contre les hypothèses, en s'écriant qu'en bonne physique il ne faut ni comparaisons ni systèmes.

Cependant il est aisé de sentir que nous ne connoissons rien que par comparaison, et que nous ne pouvons juger des choses et de leurs rapports qu'après avoir fait une ordonnance de ces mêmes rapports, c'est-à-dire un système. Or les grands procédés de la nature sont les mêmes en tout; et lorsqu'ils nous paroissent opposés, contraires, ou seulement différens, c'est faute de les avoir saisis et vus assez généralement pour les bien comparer. La plupart de ceux qui observent les effets de la nature ne s'attachant qu'à quelques points particuliers, croient voir des variations et même des contrariétés dans ses opérations; tandis que celui qui l'embrasse par des vues plus générales reconnoît la simplicité de son plan, et ne peut qu'admirer l'ordre constant et fixe de ses combinaisons, et l'uniformité de ses moyens d'exécution : grandes opérations, qui, toutes fondées sur des lois invariables, ne peuvent varier elles-mêmes ni se contrarier dans les effets. Le but du philosophe naturaliste doit donc être de s'élever assez haut pour pouvoir déduire d'un seul effet général, pris comme cause, tous les effets particuliers. Mais pour voir la nature sous ce grand aspect, il faut l'avoir examinée, étudiée et comparée dans toutes les parties de son immense étendue. Assez de génie, beaucoup d'étude, un peu de liberté de penser, sont trois attributs sans lesquels on ne pourra que défigurer la nature, au lieu de la représenter : je l'ai souvent senti en voulant la peindre, et malheur à ceux qui ne s'en doutent pas! leurs travaux, loin d'avancer la science, ne font qu'en retarder les progrès; de petits faits, des objets présentés par leurs faces obliques ou vus sous un faux jour, des choses mal entendues, des méthodes scolastiques, de grands raisonnemens fondés sur une métaphysique puérile ou sur des préjugés, sont les matières sans substance des ouvrages de l'écrivain sans génie; ce sont autant de tas de décombres qu'il faut enlever avant de pouvoir construire. Les sciences seroient donc plus avancées si moins de gens avoient écrit; mais l'amour-propre ne s'op-

posera-t-il pas toujours à la bonne foi? L'ignorant se croit suffisamment instruit; celui qui ne l'est qu'à demi se croit plus que savant; et tous s'imaginent avoir du génie, ou du moins assez d'esprit pour en critiquer les productions : on le voit par les ouvrages de ces écrivains qui n'ont d'autre mérite que de crier contre les systèmes, parce qu'ils sont non seulement incapables d'en faire, mais peut-être même d'entendre la vraie signification de ce mot, qui les épouvante ou les humilie. Cependant tout système n'est qu'une combinaison raisonnée, une ordonnance des choses ou des idées qui les représentent; et c'est le génie seul qui peut faire cette ordonnance, c'est-à-dire un système en tout genre, parce que c'est au génie seul qu'il appartient de généraliser les idées particulières, de réunir toutes les vues en un faisceau de lumière, de se faire de nouveaux aperçus, de saisir les rapports fugitifs, de rapprocher ceux qui sont éloignés, d'en former de nouvelles analogies, de s'élever enfin assez haut et de s'étendre assez loin pour embrasser à la fois tout l'espace qu'il a rempli de sa pensée : c'est ainsi que le génie seul peut former un ordre systématique des ch ses et des faits, de leurs combinaisons respectives, de la dépendance des causes et des effets, de sorte que le tout rassemblé, réuni, puisse présenter à l'esprit un grand tableau de spéculations suivies, ou du moins un vaste spectacle dont toutes les scènes se lient et se tiennent par des idées conséquentes et des faits assortis.

Je crois donc que mes explications sur l'action du feu primitif, sur la sublimation des métaux, sur la formation des matières vitreuses, argileuses, et calcaires, sont d'accord avec les procédés de la nature dans ses plus grandes opérations; et nous verrons que l'ensemble de ce système et ses autres rapports seront encore confirmés par tous les faits que nous rapporterons dans la suite, en traitant de chaque métal en particulier.

Mais, pour ne parler ici que du fer, on ne peut guère douter que ce métal n'ait commencé à s'établir le premier sur le globe, et peu de temps après la consolidation du quartz, puisqu'il a coloré les jaspes et les cristaux de feld-spath, au lieu que l'or, l'argent, ni les autres métaux, ne paroissent pas être entrés comme le fer dans la substance des matières vitreuses produites par le feu primitif : et ce fait prouve que le fer, plus capable de résister à la violence du feu, s'est en effet établi le premier et dès le temps de la consolidation des verres de nature; car le fer primordial se trouve toujours intimement mêlé avec la matière vitreuse, et il a formé avec elle de très-grandes masses, et même des montagnes à la surface du globe, tandis que les autres métaux, dont l'établissement a été postérieur, n'ont occupé que les intervalles des fentes perpendiculaires de la roche quartzeuse dans lesquelles ils se trouvent par filons et en petits amas [1].

Aussi n'existe-t-il nulle part de grandes masses de fer pur et pareil à notre fer forgé, ni même semblable à notre fonte de fer, et à peine peut-on citer quelques exemples de petits morceaux de fonte ou régule de fer trouvées dans le sein de la terre, et formés sans doute accidentellement par le feu des volcans, comme l'on trouve aussi et plus fréquemment des morceaux d'or, d'argent, et de cuivre, qu'on reconnoît évidemment avoir été fondus par ces feux souterrains.

La substance du fer de nature n'a donc jamais été pure, et, dès le temps de la consolidation du globe, ce métal s'est mêlé avec la matière vitreuse, et s'est établi en grandes masses dans plusieurs endroits à la surface et jusqu'à une petite profondeur dans l'intérieur de la terre. Au reste, ces grandes masses ou roches ferrugineuses ne sont pas également riches en métal; quelques unes donnent soixante-dix ou soixante-douze pour cent de fer en fonte, tandis que d'autres n'en donnent pas quarante, et l'on sait que cette fonte de fer qui résulte de la fusion des mines n'est pas encore du métal, puisqu'avant de devenir fer elle perd au moins un quart de sa masse par le travail de l'affinerie : on est donc assuré que les mines de fer en roche les plus riches ne contiennent guère qu'une moitié de fer, et que l'autre moitie de leur masse est de matière vitreuse; on peut même le reconnoître en soumettant ces mines à l'action des acides, qui en dissolvent le fer et laissent intacte la substance vitreuse.

D'ailleurs ces roches de fer, que l'on doit regarder comme les mines primordiales de ce métal dans son état de nature, sont toutes attirables à l'aimant [2]; preuve évidente

1. Pline dit avec raison que, de toutes les substances métalliques, le fer est celui qui se trouve en plus grandes masses, et qu'on a vu des montagnes qui en étoient entièrement formées.

2. Comme toutes les mines de Suède sont très-attirables à l'aimant, on se sert de la boussole pour les trouver. Cette méthode est fort en usage, et elle est assez sûre, quoique les mines de fer

qu'elles ont été produites par l'action du feu, et qu'elles ne sont qu'une espèce de fonte impure de fer, mélangée d'une plus ou moins grande quantité de matière vitreuse. Nos mines de fer en grains, en ocre, ou en rouille, quoique provenant originairement des détriments de ces roches primitives, mais ayant été formées postérieurement par l'intermède de l'eau, ne sont point attirables à l'aimant, à moins qu'on ne leur fasse subir une forte impression du feu à l'air libre [1]. Ainsi la propriété d'être attirable à l'aimant appartenant uniquement aux mines de fer qui ont passé par le feu, on ne peut guère se refuser à croire que ces énormes rochers de fer attirables à l'aimant n'aient en effet subi la violente action du feu dont ils portent encore l'empreinte, et qu'ils n'aient été produits dans les temps de la dernière incandescence et de la première condensation du globe.

Les masses de l'aimant ne paroissent différer des autres roches de fer qu'en ce qu'elles ont été exposées aux impressions de l'électricité de l'atmosphère, et qu'elles ont en même temps éprouvé une plus grande ou plus longue action du feu, qui les a rendues magnétiques par elles-mêmes et au plus haut degré; car on peut donner le magnétisme à tout fer ou toute matière ferrugineuse, non seulement en la tenant constamment dans la même situation, mais encore par le choc et par le frottement, c'est-à-dire par toute cause ou tout mouvement qui produit de la chaleur et du feu. On doit donc penser que les pierres d'aimant étant de la même nature que les autres roches ferrugineuses, leur grande puissance magnétique vient de ce qu'elles ont été exposées à l'air, et travaillées plus violemment ou plus long-temps par la flamme du feu primitif. La substance de l'aimant paroît même indiquer que le fer qu'elle contient a été altéré par le feu, et réduit en état de régule très-difficile à fondre, puisqu'on ne peut traiter les pierres d'aimant à nos fourneaux ni les fondre avantageusement pour en tirer du fer, comme l'on en tire de toutes les autres pierres ferrugineuses ou mines de fer en roche en les faisant auparavant griller et concasser [2].

Toutes les mines de fer en roche doivent donc être regardées comme des espèces de fontes de fer, produites par le feu primitif; mais on ne doit pas compter au nombre de ces roches primordiales de fer celles qui sont mêlées de matière calcaire: ce sont des mines secondaires, des concrétions spathiques, en masses plus ou moins distinctes ou confuses, et qui n'ont été formées que postérieurement par l'intermède de l'eau. Aussi ne sont-elles point attirables à l'aimant; elles doivent être placées au nombre des mines de seconde, et peut-être de troisième formation. De même il ne faut pas confondre avec les mines primitives, vitreuses et attirables à l'aimant, celles qui, ayant éprouvé l'impression du feu dans les volcans, ont acquis cette propriété qu'elles n'avoient pas auparavant. Enfin il faut excepter encore les sables ferrugineux et magnétiques, tels que celui qui est mêlé dans le platine, et tous ceux qui se trouvent mélangés dans le sein de la terre, soit avec les mines de fer en grains, soit avec d'autres matières; car ces sablons ferrugineux, attirables à l'aimant, ne proviennent que de la décomposition du mâchefer ou résidu ferrugineux des végétaux brûlés par le feu des volcans ou par d'autres incendies.

On doit donc réduire le vrai fer de nature, le fer primordial., aux grandes masses des roches ferrugineuses attirables à l'aimant, et qui ne sont mélangées que de

soient souvent enfouies à plusieurs toises de profondeur; mais elle seroit inutile pour la recherche de la plupart de nos mines de fer en grains, dont la formation est due à l'action de l'eau, et qui ne sont point attirables à l'aimant avant d'avoir subi l'action du feu.

1. Les mines de fer en grains ne sont en général point attirables à l'aimant; il faut, pour qu'elles le deviennent, les faire griller à un feu assez vif et à l'air libre. J'en ai fait l'expérience sur la mine de Villers, près de Montbard, qui se trouve en sacs entre des rochers calcaires, et qui est en grains assez gros: ayant fait griller une once de cette mine à feu ouvert, et l'ayant fait broyer et réduire en poudre, l'aimant en a tiré six gros et demi; mais ayant fait mettre une pareille quantité de cette mine dans un creuset couvert et bien bouché, qu'on a fait rougir à blanc, et ayant ensuite écrasé cette mine ainsi grillée, au moyen d'un marteau, l'aimant n'en a tiré aucune partie de fer, tandis que dans un autre creuset mis au feu en même temps, et qui n'étoit pas bouché, cette même mine réduite ensuite en poudre, par le marteau, s'est trouvée aussi attirable par l'aimant que la première. Cette expérience m'a démontré que le feu seul, ou le feu fixe, ne suffit pas pour rendre la mine de fer attirable à l'aimant, et qu'il est nécessaire que le feu soit libre et animé par l'air pour produire cet effet.

2. On trouve quelquefois de l'aimant blanc qui ne paroît pas avoir passé par le feu, parce que toutes les matières ferrugineuses se colorent au feu en rouge brun ou en noir: mais cet aimant blanc n'est peut-être que le produit de la décomposition d'un aimant primitif, réformé par l'intermède de l'eau. Voyez ci-après l'article de l'*Aimant*.

matières vitreuses. Ces roches se trouvent en plus grande quantité dans les régions du Nord que dans les autres parties du globe. On sait qu'en Suède, en Russie, en Sibérie, ces mines magnétiques sont très-communes, et qu'on les cherche à la boussole. On prétend aussi qu'en Laponie la plus grande partie du terrain n'est composée que de ces masses ferrugineuses. Si ce dernier fait est aussi vrai que les premiers, il augmenteroit la probabilité, déjà fondée, que la variation de l'aiguille aimantée provient de la différente distance et de la situation où l'on se trouve relativement au gisement de ces grandes masses magnétiques. Je dis la variation de l'aiguille aimantée, car je ne prétends pas que sa direction vers les pôles doive être uniquement attribuée à cette même cause : je suis persuadé que cette direction de l'aimant est un des effets de l'électricité du globe, et que le froid des régions polaires influe plus qu'aucune autre cause sur la direction de l'aimant [1].

Quoi qu'il en soit, il me paroît certain que les grandes masses des mines de fer en roche ont été produites par le feu primitif, comme les autres grandes masses des matières vitreuses. On demandera peut-être pourquoi ce premier fer de nature produit par le feu ne se présente pas sous la forme de métal ; pourquoi l'on ne trouve dans ces mines aucune masse de fer pur et pareil à celui que nous fabriquons à nos feux. J'ai prévenu cette question en prouvant que le fer ne prend de la ductilité que parce qu'il a été comprimé par le marteau : c'est autant la main de l'homme que le feu qui donne au fer la forme de métal, et qui change en fer ductile la fonte aigre, en épurant cette fonte, et en rapprochant de plus près les parties métalliques qu'elle contient. Cette fonte de fer, au sortir du fourneau, reste, comme nous l'avons dit, encore mélangée de plus d'un quart de matières étrangères : elle n'est donc, tout au plus, que d'un quart plus pure que les mines en roche les plus riches, qui par conséquent ont été mêlées par moitié de matières vitreuses dans la fusion opérée par le feu primitif.

On pourra insister en retournant l'objection contre ma réponse, et disant qu'on trouve quelquefois de petits morceaux de fer pur ou natif dans certains endroits, à d'assez grandes profondeurs, sous des rochers ou des couches de terre qui ne paroissent pas avoir été remuées par la main des hommes, et que ces échantillons du travail de la nature, quoique rares, suffisent pour prouver que notre art et le secours du marteau ne sont pas des moyens uniques ni des instrumens absolument nécessaires, ni par conséquent les seules causes de la ductilité et de la pureté de ce métal, puisque la nature, dénuée de ces adminicules de notre art, ne laisse pas de produire du fer assez semblable à celui de nos forges.

Pour satisfaire à cette instance il suffira d'exposer que par certains procédés nous pouvons obtenir du régule de fer sans instrumens ni marteaux, et par le seul effet d'un feu bien administré et soutenu long-temps au degré nécessaire pour épurer la fonte sans la brûler, en laissant ainsi remuer par le feu, successivement et lentement, les molécules métalliques, qui se réunissent alors par une espèce de départ ou séparation des matières hétérogènes dont elles étoient mélangées. Ainsi la nature aura pu, dans certaines circonstances, produire le même effet ; mais ces circonstances ne peuvent qu'être extrêmement rares, puisque par nos propres procédés, dirigés à ce but, on ne réussit qu'à force de précautions.

Ce point, également intéressant pour l'histoire de la nature et pour celle de l'art, exige quelques discussions de détail, dans lesquelles nous entrerons volontiers par la raison de leur utilité. La mine de fer jetée dans nos fourneaux élevés de vingt à vingt-cinq pieds, et remplis de charbons ardens, ne se liquéfie que quand elle est descendue à plus des trois quarts de cette hauteur ; elle tombe alors sous le vent des soufflets, et achève de se fondre au dessus du creuset qui la reçoit, et dans lequel on la tient pendant quelques heures, tant pour en accumuler la quantité que pour la laisser se purger des matieres hétérogènes qui s'écoulent en forme de verre impur qu'on appelle *laitier*. Cette matière, plus légère que la fonte de fer en surmonte le bain dans le creuset ; plus on tient la fonte dans cet état en continuant le feu, plus elle se dépouille de ses impuretés : mais comme l'on ne peut la brasser autant qu'il le faudroit, ni même la remuer aisément dans ce creuset, elle reste nécessairement encore mêlée d'une grande quantité de ces matières hétérogènes, en sorte que les meilleures fontes de fer en contiennent plus d'un quart, et les fontes communes près d'un tiers, dont il faut les

1. Voyez ci-après l'article de l'*Aimant*.

purger pour les convertir en fer [1]. Ordinairement on fait, au bout de douze heures, ouverture au creuset; la fonte coule comme un ruisseau de feu, dans un long et large sillon, où elle se consolide en un lingot ou *gueuse* de quinze cents à deux mille livres de poids : on laisse ce lingot se refroidir au moule, et on l'en tire pour le conduire sur des rouleaux, et le faire entrer, par l'une de ses extrémités, dans le foyer de l'affinerie, où cette extrémité, chauffée par un nouveau feu, se ramollit et se sépare du reste du lingot : l'ouvrier perce et pétrit avec des *ringards* [2] cette loupe à demi liquéfiée, qui, par ce travail, s'épure et laisse couler, par le fond du foyer, une partie de la matière hétérogène que le feu du fourneau de fusion n'avoit pu séparer; ensuite l'on porte cette loupe ardente sous le marteau, où la force de la percusssion fait sortir de sa masse encore molle le reste des substances impures qu'elle contenoit; et ces mêmes coups redoublés du marteau rapprochent et réunissent en une masse solide et plus allongée les parties de ce fer que l'on vient d'épurer, et qui ne prennent qu'alors la forme et la ductilité du métal.

Ce sont là les procédés ordinaires dans le travail de nos forges; et quoiqu'ils paroissent assez simples, ils demandent de l'intelligence, et supposent de l'habitude et même des attentions suivies. L'on ne doit pas traiter autrement les mines pauvres qui ne donnent que trente ou même quarante livres de fonte par quintal : mais avec des mines riches en métal, c'est-à-dire avec celles qui donnent soixante-dix, soixante, ou même cinquante-cinq pour cent, on peut obtenir du fer, et même de l'acier, sans faire passer ces mines par l'état d'une fonte liquide et sans les couler en lingots; au lieu des hauts fourneaux entretenus en feu sans interruption pendant plusieurs mois, il ne faut pour ces mines riches que de petits fourneaux, qu'on charge et vide plus d'une fois par jour. On leur a donné le nom de *fourneaux à la catalane :* ils n'ont que trois ou quatre pieds de hauteur; ceux de Styrie en ont dix ou douze; et quoique la construction de ces fourneaux à la catalane et de ceux de Styrie soit différente, leur effet est à peu près le même; au lieu de gueuses ou lingots d'une fonte coulée, on obtient dans ces petits fourneaux des *massets* ou loupes formées par coagulation, et qui sont assez épurées pour qu'on puisse les porter sous le marteau au sortir de ces fourneaux de liquation : ainsi la matière de ces massets est bien plus pure que celle des gueuses qu'il faut travailler et purifier au feu de l'affinerie avant de les mettre sur l'enclume. Ces massets contiennent souvent de l'acier, qu'on a soin d'en séparer, et le reste est du bon fer ou du fer mêlé d'acier. Voilà donc de l'acier et du fer, tous deux produits par le seul régime du feu, et sans que l'ouvrier en ait pétri la matière pour la dépurer; et de même, lorsque dans les hauts fourneaux on laisse quelques parties de fonte se recuire au feu pendant plusieurs semaines, cette fonte d'abord mêlée d'un tiers ou d'un quart de substances étrangères, s'épure au point de devenir un vrai régule de fer qui commence à prendre de la ductilité. Ainsi la nature a pu et peut encore, par le feu des volcans, produire des fontes et des régules de fer semblables à ceux que nous obtenons dans ces fourneaux de liquation sans le secours du marteau; et c'est à cette cause qu'on doit rapporter la formation de ces morceaux de fer ou d'acier qu'on a regardés comme natifs, et qui, quoique très-rares, ont suffi pour faire croire que c'étoit là le vrai fer de la nature, tandis que dans la réalité elle n'a formé, par son travail primitif, que des roches ferrugineuses, toutes plus impures que les fontes de notre art.

Nous donnerons dans la suite les procédés par lesquels on peut obtenir des fontes, des aciers, et des fers de toutes qualités; l'on verra pourquoi les mines de fer riches peuvent être traitées différemment des mines pauvres; pourquoi la méthode catalane, celle de Styrie, et d'autres ne peuvent être avantageusement employées à la fusion de nos mines en grains; pourquoi, dans tous les cas, nous nous servons du marteau pour achever de consolider le fer, etc. Il nous suffit ici d'avoir démontré par les faits que le feu primitif n'a point produit de fer pur semblable à notre fer forgé, mais que la quantité tout entière de la matière de fer s'est mêlée, dans le temps de la consolidation du globe, avec les substances vitreuses, et que c'est de ce mélange que sont composées les roches primordiales de fer et d'aimant; qu'enfin si l'on tire quelquefois du sein de la terre des morceaux de fer, leur formation, bien postérieure, n'est due qu'à

1. Dans cet épurement de la fonte, pour la convertir en fer par le travail de l'affinerie et par la percussion du marteau, il se perd quelques portions de fer que les matières hétérogènes entraînent avec elles, et on en retrouve une partie dans les scories de l'affinerie.

2. On appelle *ringards* des barreaux de fer pointus par l'une de leurs extrémités.

la main de l'homme, ou à la rencontre fortuite d'une mine de fer dans le gouffre d'un volcan.

Reprenant donc l'ordre des premiers temps, nous jugerons aisément que les roches ferrugineuses se sont consolidées presque en même temps que les rochers graniteux se sont formés, c'est-à-dire après la consolidation et la réduction en débris du quartz et des autres premiers verres. Ces roches sont composées de molécules ferrugineuses, intimement unies avec la matière vitreuse; elles ont d'abord été fondues ensemble; elles se sont ensuite consolidées par le refroidissement, sous la forme d'une pierre dure et pesante; elles ont conservé cette forme primitive dans tous les lieux où elles n'ont pas été exposées à l'action des élémens humides; mais les parties extérieures de ces roches ferrugineuses s'étant trouvées, dès le temps de la première chute des eaux, exposées aux impressions des élémens humides, elles se sont converties en rouille et en ocre; cette rouille, détachée de leurs masses, aura bientôt été transportée, comme les sables vitreux, par le mouvement des eaux, et déposée sur le fond de cette première mer, lequel, dans la suite, est devenu la surface de tous nos continens.

Par cette décomposition des premières roches ferrugineuses, la matière du fer s'est trouvée répandue sur toutes les parties de la surface du globe, et par conséquent cette matière est entrée, avec les autres élémens de la terre, dans la composition des végetaux et des animaux, dont les détrimens s'étant ensuite accumulés ont formé la terre végétale, dans laquelle la mine de fer en grains s'est produite par la réunion de ces mêmes particules ferrugineuses disséminées et contenues dans cette terre, qui, comme nous l'avons dit [1], est la vraie matrice de la plupart des minéraux figurés, et en particulier des mines de fer en grains.

La grande quantité de rouille détachée de la surface des roches primitives de fer, et transportée par les eaux, aura dû former aussi des dépôts particuliers en plusieurs endroits; chacune de nos mines d'ocre est un de ces anciens dépôts, car l'ocre ne diffère de la rouille de fer que par le plus ou moins de terre qui s'y trouve mêlée. Et lorsque la décomposition de ces roches primordiales s'est opérée plus lentement, et qu'au lieu de se convertir en rouille grossière, la matière ferrugineuse a été atténuée et comme dissoute par une action plus lente des élémens humides, les parties les plus fines de cette matière, ayant été saisies et entraînées par l'eau, ont formé par stillation des concrétions ou stalactites ferrugineuses, dont la plupart sont plus riches en métal que les mines en grains et en rouille.

On peut réduire toutes les mines de fer de seconde formation à ces trois états, de mines en grains, de mines en ocre ou en rouille, et de mines en concrétions. Elles ont également été produites par l'action et l'intermède de l'eau; toutes tirent leur origine de la composition des roches primitives de fer, de la même manière que les grès, les argiles, et les schistes proviennent de la décomposition des premières matières vitreuses.

J'ai démontré, dans l'article de la *Terre végétale*, comment se sont formés les grains de la mine de fer; nous les voyons pour ainsi dire se produire sous nos yeux, par la réunion des particules ferrugineuses disséminées dans cette terre végétale, et ces grains de mines contiennent quelquefois une plus grande quantité de fer que les roches de fer les plus riches; mais comme ces grains sont presque toujours très-petits, et qu'il n'est jamais possible de les tirer un à un, ni de les séparer en entier des terres avec lesquelles ils sont mêlés, surtout lorsqu'il s'agit de travail en grand, ces mines en grains ne rendent ordinairement par quintal que de trente-cinq à quarante-cinq livres de fonte, et souvent moins, tandis que plusieurs mines en roche donnent depuis cinquante jusqu'à soixante et au delà; mais je me suis assuré, par quelques essais en petit, qu'on auroit au moins un aussi grand produit en ne faisant fondre que le grain net de ces mines de seconde formation. Elles peuvent être plus ou moins riches en métal, selon que chaque grain aura reçu dans sa composition une plus ou moins forte quantité de substance métallique, sans mélange de matières hétérogènes; car de la même manière que nous voyons se former des stalactites plus ou moins pures dans toutes les matières terrestres, ces grains de mines de fer, qui sont de vraies stalactites de la terre végétale imprégnée de fer, peuvent être aussi plus ou moins purs, c'est-à-dire plus ou moins chargés de parties métalliques; et par conséquent ces mines peuvent être plus riches en métal que le minéral en roche, qui, ayant été formé par le feu primitif, contient toujours une quantité

1. Voyez dans le volume précédent l'article de la *Terre végétale*.

considérable de matière vitreuse. Je dois même ajouter que les mines en stalactites et en masses concrètes en fournissent un exemple sensible; elles sont, comme les mines en grains, formées par l'intermède de l'eau; et quoiqu'elles soient toujours mêlées de matières hétérogènes, elles donnent assez ordinairement une plus grande quantité de fer que la plupart des mines de première formation.

Ainsi toute mine de fer, soit qu'elle ait été produite par le feu primitif, ou travaillée par l'eau, est toujours mélangée d'une plus ou moins grande quantité de substances hétérogènes; seulement on doit observer que, dans les mines produites par le feu, le fer est toujours mélangé avec une matière vitreuse, tandis que dans celles qui ont été formées par l'intermède de l'eau, le mélange est plus souvent de matiere calcaire[1]. Ces dernières mines, qu'on nomme *spathiques*[2] à cause de ce mélange de spath ou de parties calcaires, ne sont point attirables à l'aimant, parce qu'elles n'ont pas été produites par le feu, et qu'elles ont été, comme les mines en grains ou en rouille, toutes formées du détriment des premières roches ferrugineuses, qui ont perdu leur magnétisme par cette décomposition; néanmoins, lorsque ces mines secondaires, formées par l'intermède de l'eau, se trouvent mêlées de sablons ferrugineux qui ont passé par le feu, elles sont alors attirables à l'aimant, parce que ces sablons qui ne sont pas susceptibles de rouille, ne perdent jamais cette propriété d'être attirables à l'aimant.

La fameuse montagne d'Eisenhartz en Styrie, haute de quatre cent quatre-vingts toises, est presque toute composée de minéraux ferrugineux de différentes qualités; on en tire, de temps immémorial, tout le fer et l'acier qui se fabriquent dans cette contrée; et l'on a observé que le minéral propre à faire de l'acier étoit différent de celui qui est propre à faire du bon fer. Le minéral le plus riche en acier, que l'on appelle *phlint*, est blanc, fort dur, et difficile à fondre; mais il devient rouge ou noir, et moins dur, en s'effleurissant dans la mine même. Celui qui est le plus propre à donner du fer doux est le plus tendre; il est aussi plus fusible, et quelquefois environné de rouille ou d'ocre. Le noyau et la masse principale de cette montagne sont sans doute de fer primordial produit par le feu primitif, duquel les autres minéraux ferrugineux ne sont que des exsudations, des concrétions, des stalactites plus ou moins mélangées de matière calcaire, de pyrites, et d'autres substances dissoutes ou délayées par l'eau, et qui sont entrées dans la composition de ces masses secondaires lorsqu'elles se sont formées.

De quelque qualité que soient les mines de fer en roches solides, on est obligé de les concasser et de les réduire en morceaux gros comme des noisettes, avant de les jeter au fourneau: mais pour briser plus aisément les blocs de ce minéral, ordinairement très-dur, on est dans l'usage de les faire griller au feu; on établit une couche de bois sec, sur laquelle on met ces gros morceaux de minéral, que l'on couvre d'une autre couche de bois sec, puis un second lit de minéral, et ainsi alternativement jusqu'à cinq ou six pieds de hauteur; et après avoir allumé le feu, on le laisse consumer tout ce qui est combustible et s'éteindre de lui-même. Cette première action du feu rend le minéral plus tendre; on le concasse plus aisément, et il se trouve plus disposé à la fusion qu'il doit subir au fourneau. Toutes les roches de fer qui ne sont mélangées que de substances vitreuses exigent qu'on y joigne une certaine quantité de matière calcaire pour en faciliter la fonte; celles au contraire qui ne contiennent que peu ou point de matière vitreuse, et qui sont mélangées de substances calcaires, demandent l'addition de quelque matière vitrescible, telle que la terre limoneuse, qui, se fondant aisément, aide à la fusion de ces mines de fer, et s'empare des parties calcaires dont elles sont mélangées.

Les mines qui ont été produites par le feu primitif sont, comme nous l'avons dit, toutes attirables à l'aimant, à moins que l'eau ne les ait décomposées et réduites en rouille, en ocre, en grains, ou en concrétions; car elles perdent dès lors cette propriété magnétique; cependant les mines primitives ne

1. « Les mines de fer de Rougé en Bretagne sont en masses de rocher de trois quarts de lieue d'étendue, sur quinze à dix-huit pieds d'épaisseur, disposées en bancs horizontaux; elles sont de seconde formation, et sont en même temps mêlées de matières silicées. « Je ne cite cet exemple que pour faire voir que les mines de seconde formation se trouvent quelquefois mêlées de matières vitreuses; mais, dans ce cas, ces matières vitreuses sont elles-mêmes de seconde formation. Ce fait m'a été fourni par M. de Grignon, qui a observé ces mines en Bretagne.

2. Il y a néanmoins quelques-unes de ces mines attirables à l'aimant, dans le Dauphiné et dans les Pyrénées.

sont pas les seules qui soient attirables à l'aimant; toutes celles de la seconde formation qui auront subi l'action du feu, soit dans les volcans, soit par les incendies des forêts, sont également et souvent aussi susceptibles de cette attraction; en sorte que si l'on s'en tenoit à cette seule propriété, elle ne suffiroit pas pour distinguer les mines ferrugineuses de première formation de toutes les autres qui, quoique de formation bien postérieure, sont également attirables à l'aimant; mais il y a d'autres indices assez certains par lesquels on peut les reconnoître. Les matières ferrugineuses primitives sont toutes en très-grandes masses, et toujours intimement mêlées de matière vitreuse; celles qui ont été produites postérieurement par les volcans, ou par d'autres incendies, ne se trouvent qu'en petits morceaux, et le plus souvent en paillettes et en sablons, et ces sablons ferrugineux et très-attirables à l'aimant sont ordinairement bien plus réfractaires au feu que la roche de fer la plus dure. Ces sablons ont apparemment essuyé une si forte action du feu, qu'ils ont pour ainsi dire changé de nature et perdu toutes leurs propriétés métalliques; car il ne leur est resté que la seule qualité d'être attirables à l'aimant, qualité communiquée par le feu, et qui, comme l'on voit, n'est pas essentielle à toute matière ferrugineuse, puisque les mines qui ont été formées par l'intermède de l'eau en sont dépourvues ou dépouillées, et qu'elles ne reprennent ou n'acquièrent cette propriété magnétique qu'après avoir passé par le feu.

Toute la quantité, quoique immense, du fer disséminé sur le globe provient donc originairement des débris et détrimens des grandes masses primitives, dans lesquelles la substance ferrugineuse est mêlée avec la matière vitreuse, et s'est consolidée avec elle : mais ce fer disséminé sur la terre se trouve dans des états très-différens, suivant les impressions plus ou moins fortes qu'il a subies par l'action des autres élémens et par le mélange de différentes matières. La décomposition la plus simple du fer primordial est sa conversion en rouille : les faces des roches ferrugineuses exposées à l'action de l'acide aérien se sont couvertes de rouille; et cette rouille de fer, en perdant sa propriété magnétique, a néanmoins conservé ses autres qualités, et peut même se convertir en métal plus aisément que la roche dont elle tire son origine. Ce fer réduit en rouille, et transporté dans cet état par les eaux sur toute la surface du globe, s'est plus ou moins mêlé avec la terre végétale; il s'y est uni et atténué au point d'entrer avec la sève dans la composition de la substance des végétaux, et, par une suite nécessaire, dans celle des animaux : les uns et les autres rendent ensuite ce fer à la terre par la destruction de leur corps. Lorsque cette destruction s'opère par la pourriture, les particules de fer provenant des êtres organisés n'en sont pas plus magnétiques, et ne forment toujours qu'une espèce de rouille plus fine et plus ténue que la rouille grossière dont elles ont tiré leur origine : mais si la destruction des corps se fait par le moyen du feu, alors toutes les molécules ferrugineuses qu'ils contenoient reprennent, par l'action de cet élément, la propriété d'être attirables à l'aimant, que l'impression des élémens humides leur avoit ôtée; et comme il y a eu, dans plusieurs lieux de la terre, de grands incendies de forêts, et presque partout des feux particuliers, et des feux encore plus grands dans les terrains volcanisés, on ne doit pas être surpris de trouver à la surface et dans l'intérieur des premières couches de la terre des particules de fer attirables à l'aimant, d'autant que les détrimens de tout le fer fabriqué par la main de l'homme, toutes les poussières de fer produites par le frottement et par l'usure, conservent cette propriété tant qu'elles ne sont pas réduites en rouille. C'est par cette raison que dans une mine dont les particules en rouille, ou les grains, ne sont point attirables à l'aimant, il se trouve souvent des paillettes ou sablons magnétiques, qui, pour la plupart, sont noirs, et quelquefois brillans comme du mica. Ces sablons, quoique ferrugineux, ne sont ni susceptibles de rouille, ni dissolubles par les acides, ni fusibles au feu; ce sont des particules d'un fer qui a été brûlé autant qu'il peut l'être, et qui a perdu, par une trop longue ou trop violente action du feu, toutes ses qualités, à l'exception de la propriété d'être attiré par l'aimant, qu'il a conservée ou plutôt acquise par l'impression de cet élément.

Il se trouve donc dans le sein de la terre beaucoup de fer en rouille, et une certaine quantité de fer en paillettes attirables à l'aimant. On doit rechercher le premier pour le fondre, et rejeter le second, qui est presque infusible. Il y a, dans quelques endroits, d'assez grands amas de ces sablons ferrugineux que des artistes peu expérimentés ont pris pour de bonnes mines de fer, et qu'ils

ont fait porter à leur fourneau, sans se douter que cette matière ne pouvoit s'y fondre. Ce sont ces mêmes sablons ferrugineux qui se trouvent toujours mêlés avec la platine, et qui font même partie de la substance de ce minéral.

Voilà donc déjà deux états sous lesquels se présente le fer disséminé sur la terre; celui d'une rouille qui n'est point attirable à l'aimant et qui se fond aisément à nos fourneaux, et celui de ces paillettes ou sablons magnétiques qu'on ne peut réduire que très-difficilement en fonte. Mais, indépendamment de ces deux états, les mines de fer de seconde formation se trouvent encore sous plusieurs autres formes, dont la plus remarquable, quoique la plus commune, est en grains plus ou moins gros: ces grains ne sont point attirables à l'aimant, à moins qu'ils ne renferment quelques atomes de ces sablons dont nous venons de parler; ce qui arrive assez souvent lorsque les grains sont gros. Les ætites ou géodes ferrugineuses doivent être mises au nombre de ces mines de fer en grains, et leur substance est quelquefois mêlée de ces paillettes attirables à l'aimant. La nature emploie les mêmes procédés pour la formation de ces géodes ou gros grains que pour celle des plus petits: ces derniers sont ordinairement les plus purs; mais tous, gros et petits, ont au centre une cavité vide ou remplie d'une matière qui n'est que peu ou point métallique; et plus les grains sont gros, plus est grande proportionnellement la quantité de cette matière impure qui se trouve dans le centre. Tous sont composés de plusieurs couches superposées et presque concentriques; et ces couches sont d'autant plus riches en métal, qu'elles sont plus éloignées du centre. Lorsqu'on veut mettre au fourneau de grosses géodes, il faut en séparer cette matière impure qui est au centre, en les faisant concasser et laver. Mais on doit employer de préférence les mines en petits grains, qui sont aussi plus communes et plus riches que les mines en géodes ou en très-gros grains.

Comme toutes nos mines de fer en grains ont été amenées et déposées par les eaux de la mer, et que, dans ce mouvement de transport, chaque flot n'a pu se charger que de matières d'un poids et d'un volume à peu près égal, il en résulte un effet qui, quoique naturel, a paru singulier; c'est que, dans chacun de ces dépôts, les grains sont tous à très-peu près égaux en grosseur, et sont en même temps de la même pesanteur spécifique. Chaque minière de fer a donc son grain particulier: dans les unes les grains sont aussi petits que la graine de moutarde; dans d'autres ils sont comme de la graine de navette, et dans d'autres ils sont gros comme des pois. Et les sables ou graviers, soit calcaires, soit vitreux, qui ont été transportés par les eaux avec ces grains de fer, sont aussi du même volume et du même poids que les grains, à très-peu près, dans chaque minière. Souvent ces mines en grains sont mêlées de sables calcaires, qui, loin de nuire à la fusion, servent de *castine* ou fondant; mais quelquefois aussi elles sont enduites d'une terre argileuse et grasse, si fort adhérente aux grains, qu'on a grande peine à la séparer par le lavage; et si cette terre est de l'argile pure, elle s'oppose à la fusion de la mine, qui ne peut s'opérer qu'en ajoutant une assez grande quantité de matière calcaire. Ces mines mélangées de terres *attachantes*, qui demandent beaucoup plus de travail au lavoir et beaucoup plus de feu au fourneau, sont celles qui donnent le moins de produit relativement à la dépense. Cependant, en général, les mines en grains coûtent moins à exploiter et à fondre que la plupart des mines en roches, parce que celles-ci exigent de grands travaux pour être tirées de leur carrière, et qu'elles ont besoin d'être grillées pendant plusieurs jours avant d'être concassées et jetées au fourneau de fusion.

Nous devons ajouter à cet état du fer en grains celui du fer en stalactites ou concrétions continues, qui se sont formées soit par l'agrégation des grains, soit par la dissolution et le flux de la matière dont ils sont composés, soit par des dépôts de toute autre matière ferrugineuse entraînée par la stillation des eaux. Ces concrétions ou stalactites ferrugineuses sont quelquefois très-riches en métal, et souvent aussi elles sont mêlées de substances étrangères, et surtout de matières calcaires, qui facilitent leur fusion, et rendent ces mines précieuses par le peu de dépense qu'elles exigent, et le bon produit qu'elles donnent.

On trouve aussi des mines de fer mêlées de bitume et de charbon de terre; mais il est rare qu'on puisse en faire usage, parce qu'elles sont presque aussi combustibles que ce charbon, et que souvent la matière ferrugineuse y est réduite en pyrite, et s'y trouve en trop petite quantité pour qu'on puisse l'extraire avec profit.

Enfin le fer disséminé sur la terre se trouve encore dans un état très-différent

des trois états précédens; cet état est celui de pyrite, minéral ferrugineux dont le fonds n'est que du fer décomposé et intimement lié avec la substance du feu fixe, qui a été saisie par l'acide. La quantité de ces pyrites ferrugineuses est peut-être aussi grande que celle des mines de fer en grains et en rouille: ainsi, lorsque les détrimens du fer primordial n'ont été attaqués que par l'humidité de l'air ou l'impression de l'eau, ils se sont convertis en rouille, en ocre, ou formés en stalactites et en grains; et quand ces mêmes détrimens ont subi une violente action du feu, soit dans les volcans, soit par d'autres incendies, ils ont été brûlés autant qu'ils pouvoient l'être, et se sont transformés en mâchefer, en sablons et paillettes attirables à l'aimant; mais lorsque ces mêmes détrimens, au lieu d'être travaillés par les élémens humides ou par le feu, ont été saisis par l'acide chargé de la substance du feu fixe, ils ont pour ainsi dire perdu leur nature de fer, et ils ont pris la forme de pyrites, que l'on ne doit pas compter au nombre des vraies mines de fer, quoiqu'elles contiennent une grande quantité de matière ferrugineuse, parce que le fer y étant dans un état de destruction et intimement uni ou combiné avec l'acide et le feu fixe, c'est-à-dire avec le soufre, qui est le destructeur du fer, on ne peut ni séparer ce métal ni le rétablir par les procédés ordinaires; il se sublime et brûle au lieu de fondre, et même une assez petite quantité de pyrites jetées dans un fourneau avec la mine de fer suffit pour en gâter la fonte. On doit donc éviter avec soin l'emploi des mines mêlées de parties pyriteuses, qui ne peuvent donner que de fort mauvaise fonte et du fer très-cassant.

Mais ces mêmes pyrites, dont on ne peut guère tirer les parties ferrugineuses par le moyen du feu, reproduisent du fer en se décomposant par l'humidité; exposées à l'air, elles commencent par s'effleurir à la surface, et bientôt elles se réduisent en poudre: leurs parties ferrugineuses reprennent alors la forme de rouille, et dès lors on doit compter ces pyrites décomposées au nombre des autres mines de fer ou des rouilles disséminées dont se forment les mines en grains [1] et en concrétions. Ces concrétions se trouvent quelquefois mélangées avec de la terre limoneuse, et même avec de petits cailloux ou du sable vitreux; et lorsqu'elles sont mêlées de matières calcaires, elles prennent des formes semblables à celle du spath, et on les a dénommées *mines spathiques*. Ces mines sont ordinairement très-fusibles, et souvent fort riches en métal; quelques-unes, comme celle de Conflans en Lorraine, sont en assez grandes masses et en gros blocs, d'un grain serré et d'une couleur tannée. Ce minerai est rempli de cristallisations de spath, de bélemnites, de cornes d'ammon, etc.: il est très-riche, et donne du fer de bonne qualité.

Il en est de même des mines de fer cristallisées auxquelles on a donné le nom d'*hématites,* parce qu'il s'en trouve souvent qui sont d'un rouge couleur de sang. Ces hématites cristallisées doivent être considérées comme des stalactites des mines de fer sous lesquelles elles se trouvent: elles sont quelquefois étendues en lits horizontaux d'une assez grande épaisseur, sous des couches beaucoup plus épaisses de mine en rouille ou en ocre [2]; et l'on voit évidemment que

1. Quelques minéralogistes ont même prétendu que toutes les mines de fer en grains et en concrétions doivent leur origine à la décomposition des pyrites. Je dois observer que cette opinion seroit trop exclusive; la destruction des pyrites martiales n'est pas la seule cause de la production des mines en concrétions ou en grains, puisque tous les détrimens des matières ferrugineuses doivent les produire également, et que d'ailleurs la décomposition et la dissémination universelles de la matière ferrugineuse par l'eau ont précédé nécessairement la formation des pyrites, qui ne sont en effet produites que dans les lieux où la matière ferrugineuse, l'acide, et le feu fixe des détrimens des végétaux et des animaux se sont trouvés réunis.

2 Je crois qu'on doit rapporter à ces couches d'hématites en grandes masses la mine de fer qui se tire à Rouez dans le Maine, et de laquelle M. de Burbure m'a envoyé la description suivante: « Cette mine, située à cinq quarts de lieue de Sillé-le-Guillaume, est très-riche; elle est dans une terre ocreuse qui a plus de trente pieds d'épaisseur; il part de la partie inférieure de cette mine plusieurs filons qui, en s'enfonçant, vont aboutir à de gros blocs isolés de mine de fer; ces blocs se rencontrent à vingt ou vingt-six pieds de profondeur, et sont composés de particules ferrugineuses qui paroissent être sans mélange; ils ont aussi des ramifications qui, en se prolongeant, vont se joindre à d'autres masses de mine de fer moins pures que ces premiers blocs, parce qu'elles renferment dans l'intérieur de petites pierres qui y sont incorporées et intimement unies: néanmoins les forgerons leur trouvent une sorte de mérite qui les fait préférer aux autres masses ferrugineuses plus homogènes; car, si elles renferment moins de fer, elles ont l'avantage de se fondre plus aisément à cause des pierres qu'elles renferment, et qui en facilitent la fusion. » C'est à cette même sorte de mine que l'on peut rapporter celles auxquelles on donne le nom de *mines tapées*, qui sont des mines de concrétions en masses et couches, et qui gisent souvent sous les mines en ocre ou en rouille, et qui, quoiqu'en

ces hématites sont produites par la stillation d'une eau chargée de molécules ferrugineuses qu'elle a détachées en passant à travers cette grande épaisseur d'ocre ou de rouille. Au reste, toutes les hématites ne sont pas rouges; il y en a de brunes et même de couleur plus foncée : mais lorsqu'on les réduit en poudre, elles prennent toutes une couleur d'un rouge plus ou moins vif, et l'on peut les considérer en général comme l'un des derniers produits de la décomposition du fer par l'intermède de l'eau.

Les hématites, les mines spathiques et autres concrétions ferrugineuses, de quelques substances qu'elles soient mêlées, ne doivent pas être confondues avec les mines du fer primordial; elles ne sont que de seconde ou de troisième formation. Les premières roches de fer ont été produites par le feu primitif, et sont toutes intimement mélangées de matières vitreuses. Les détrimens de ces premières roches ont formé les rouilles et les ocres que le mouvement des eaux a transportées sur toutes les parties du globe; les particules plus ténues de ces rouilles ferrugineuses ont été pompées par les végétaux, et sont rentrées dans leur composition et dans celle des animaux, qui les ont ensuite rendues à la terre par la pourriture et la destruction de leur corps. Ces mêmes molécules ferrugineuses, ayant passé par le corps des êtres organisés, ont conservé une partie des élémens du feu dont elles étoient animées pendant qu'ils étoient vivans; et c'est de la réunion de ces molécules de fer animées de feu que se sont formées les pyrites, qui ne contiennent en effet que du fer, du feu fixe, et de l'acide, et qui d'ailleurs, se présentant toujours sous une forme régulière, n'ont pu la recevoir que par l'impression des molécules organiques encore actives dans les derniers résidus des corps organisés; et comme les végétaux produits et détruits dans les premiers âges de la nature étoient en nombre immense, la quantité des pyrites produites par leurs résidus est de même si considérable, qu'elle surpasse en quelques endroits celle des mines de fer en rouille et en grains, et les pyrites se trouvent souvent enfouies à de plus grandes profondeurs que les unes et les autres.

C'est de la décomposition successive de ces pyrites et de tous les autres détrimens du fer primordial ou secondaire que se sont ensuite formées les concrétions spathiques et les mines en masses ou en grains, qui toutes sont de seconde et de troisième formation, car indépendamment des mines en rouille ou en grains qui ont autrefois été transportées, lavées et déposées par les eaux de la mer; indépendamment de celles qui ont été produites par la destruction des pyrites et par celle de tout le fer dont nous faisons usage, on ne peut douter qu'il ne se forme encore tous les jours de la mine de fer en grains dans la terre végétale et des pyrites dans toutes les terres imprégnées d'acide, et que par conséquent les mines secondaires de fer ne puissent se reproduire plusieurs fois de la même manière qu'elles ont d'abord été produites, c'est-à-dire avec les mêmes molécules ferrugineuses provenant originairement des détrimens des roches primordiales de fer, qui se sont mêlées dans toutes les matières brutes, et dans tous les corps organisés, et qui ont successivement pris toutes les formes sous lesquelles nous venons de les présenter.

Ainsi ces différentes transformations du fer n'empêchent pas que ce métal ne soit un dans la nature, comme tous les autres métaux : ses mines, à la vérité, sont plus sujettes à varier que toutes les autres mines métalliques; et comme elles sont en même temps les plus difficiles à traiter, et que les expériences, surtout en grand, sont longues et très-coûteuses, et que les procédés, ainsi que les résultats des routines ou méthodes ordinaires sont très-différens les uns des autres, bien des gens se sont persuadés que la nature, qui produit partout le même or, le même argent, le même cuivre, le même plomb, le même étain, s'étoit prêtée à une exception pour le fer, et qu'elle en avoit formé de qualités très-différentes, non seulement dans les divers pays, mais dans les mêmes lieux. Cependant cette idée n'est point du tout fondée; l'expérience m'a démontré que l'essence du fer est toujours et partout la même, en sorte que l'on peut, avec les plus mauvaises mines, venir à bout de faire des fers d'aussi bonne qualité qu'avec les meilleures : il ne faut pour cela que purifier ces mines en les purgeant de la trop grande quantité de matières étrangères qui s'y trouvent; le fer qu'on en tirera sera dès lors aussi bon qu'aucun autre.

Mais, pour arriver à ce point de perfection, il faut un traitement différent, suivant la nature de la mine; il faut l'essayer en petit, et la bien connoître avant d'en

grands morceaux, sont ordinairement plus riches en métal; la plupart sont spathiques ou mélangées de matières calcaires. (*Note communiquée par M. de Grignon.*)

faire usage en grand, et nous ne pouvons donner sur cela que des conseils généraux, qui trouveront néanmoins leur application particulière dans un très-grand nombre de cas. Toute roche primordiale de fer, ou mine en roche mélangée de matière vitreuse, doit être grillée pendant plusieurs jours, et ensuite concassée en très-petits morceaux avant d'être mise au fourneau; sans cette première préparation qui rend le minéral moins dur, on ne viendroit que très-difficilement à bout de le briser, et il refuseroit même d'entrer en fusion au feu du fourneau, ou n'y entreroit qu'avec beaucoup plus de temps : il faut toujours y mêler une bonne quantité de castine ou matière calcaire. Le traitement de ces mines exige donc une plus grande dépense que celui des mines en grains, par la consommation plus grande des combustibles employés à leur réduction; et à moins qu'elles ne soient, comme celles de Suède, très-riches en métal, ou que les combustibles ne soient à très-bas prix, le produit ne suffit pas pour payer les frais du travail.

Il n'en est pas de même des mines en concrétions et en masses spathiques ou mélangées de matières calcaires; il est rarement nécessaire de les griller[1] : on les casse aisément au sortir de leur minière, et elles se fondent avec une grande facilité et sans addition, sinon d'un peu de terre limoneuse ou d'autre matière vitrifiable lorsqu'elles se trouvent trop chargées de substance calcaire. Ces mines sont donc celles qui donnent le plus de produit relativement à la dépense.

Pour qu'on puisse se former une idée du gisement et de la qualité des mines primordiales ou de roches de fer, nous croyons devoir rapporter ici les observations que M. Jars, de l'Académie des Sciences, a faites dans ses voyages. « En Suède, dit-il, la mine de *Nordmarck*, à trois lieues au nord de *Philipstadt*, est en filons perpendiculaires, dans une montagne peu élevée au milieu d'un très-large vallon; les filons suivent la direction de la montagne, qui est du nord au sud, et ils sont presque tous à très-peu près parallèles : ils ont en quelques endroits sept ou huit toises de largeur. Les montagnes de ce district, et même de toute cette province, sont de granite; mais les filons de mine de fer se trouvent aux environs, dans une espèce de terre bleuâtre et brunâtre : cette pierre est unie aux filons de fer comme le quartz l'est au plomb, au cuivre, etc. Lorsque le granite s'approche du filon, il le dérange et l'oblitère; ainsi les filons de fer ne se trouvent point dans le granite : le meilleur indice est le mica blanc et noir à grandes facettes; on est presque toujours sûr de trouver au dessous du minéral riche. Il y a aussi de la pierre calcaire aux environs des granites : mais le fer ne s'y trouve qu'en rognons, et non pas en filons, ce qui prouve qu'il est de seconde formation dans ces pierres calcaires. Le minéral est attirable à l'aimant; il est très-dur, très-compacte et fort pesant : il donne plus de cinquante pour cent de bonne fonte. Ces mines sont en masses, et on les travaille comme nous exploitons nos carrières les plus dures, avec de la poudre.

« Les mines de Presberg, à deux lieues à l'orient de Philipstadt, sont de même en filons et dans des rochers assez semblables à ceux de Nordmarck; ces filons sont quelquefois accompagnés de grenats, de schorl, et d'une pierre micacée assez semblable à la craie de Briançon : ils sont situés dans une presqu'île environnée d'un très-grand lac; ils sont parallèles et vont, comme la presqu'île, du nord au sud.

» On dédaigne d'exploiter les filons qui n'ont pas au moins une toise d'épaisseur : le minéral rend en général cinquante pour cent de fonte. Les filons sont presque perpendiculaires, et les différentes mines ont depuis douze jusqu'à quarante toises de profondeur.

« On fait griller le minéral avant de le jeter dans les hauts fourneaux, qui ont environ vingt-cinq pieds de hauteur; on le fond à l'aide d'une castine calcaire.

» Les mines de Danemora, dans la province d'Upland, à une lieue d'Upsal, sont les meilleures de toute la Suede. Le minéral est communément uni à une matière fusible[1], en sorte qu'il se fond seul et sans addition de matière calcaire. Ces mines de Danemora sont au bord d'un grand lac; les filons en sont presque perpendiculaires et

1. Il y a cependant, dans les Pyrénées et dans le Dauphiné, des mines spathiques où la matière calcaire est si intimement unie et en si grande quantité avec la substance ferrugineuse, qu'il est nécessaire de les griller, afin de réduire en chaux cette matière calcaire que l'on en sépare ensuite par le lavage; mais ces sortes de mines ne font qu'une légère exception à ce qui vient d'être dit.

1. J'observerai que si cette mine est de première formation, la matière dont le minéral est mélangé, et qui lui est intimement unie, ne doit pas être calcaire, mais que ce pourroit être du feld-spath ou du schorl, qui non seulement sont très-fusibles par eux-mêmes, mais qui communiquent de la fusibilité aux substances dans lesquelles ils se trouvent incorporés.

parallèles dans une direction commune du nord-est au sud-ouest : quoique tous les rochers soient de granite, les filons de fer sont toujours, comme ceux des mines précédentes, dans une pierre bleuâtre [1]. Il y a actuellement dix mines en exploitation sur trois filons bien distincts : la plus profonde de ces mines est exploitée jusqu'à quatre-vingts toises de profondeur; elle est, comme toutes les autres, fort incommodée par les eaux : on les exploite comme des carrières de pierres dures, en faisant au jour de très-grandes ouvertures. Le minéral est très-attirable à l'aimant; on lui donne sur tous les autres la préférence pour être converti en acier : on y trouve quelquefois de l'asbeste. On exploite ces mines tant avec la poudre à canon qu'avec de grands feux de bois allumés, et l'on jette ce bois depuis le dessus de la grande ouverture. Après l'extraction de ces pierres de fer en quartiers plus ou moins gros, on en impose de deux pieds de hauteur sur une couche de bois de sapin de deux pieds d'épaisseur, et l'on couvre le minéral d'un pied et demi de poudre de charbon, et ensuite on met le feu au bois : le minéral, attendri par ce grillage, est broyé sous un marteau ou brocard, après quoi on le jette au fourneau seul et sans addition de castine. »

Dans plusieurs endroits, les mines de fer en roche sont assez magnétiques pour qu'on puisse les trouver à la boussole; cet indice est l'un des plus certains pour distinguer les mines de première formation par le feu, de celles qui n'ont ensuite été formées que par l'intermède de l'eau : mais de quelque manière et par quelque agent qu'elles aient été travaillées, l'élément du fer est toujours le même, et l'on peut, en y mettant tous les soins nécessaires, faire du bon fer avec les plus mauvaises mines; tout dépend du traitement de la mine et du régime du feu, tant au fourneau de fusion qu'à l'affinerie.

1. M. Jars ne dit pas si cette pierre bleue est vitreuse ou calcaire; sa couleur bleue provient certainement du fer qui fait partie de sa substance, et je présume que sa fusibilité peut provenir du feld-spath et du schorl qui s'y trouvent mêlés, et qu'elle ne contient point de substance calcaire à laquelle on pourroit attribuer sa fusibilité; ma présomption est fondée sur ce que cette mine descend jusqu'à quatre-vingts toises dans un terrain qui n'est environné que de granite, et où M. Jars ne dit pas avoir observé des bancs de pierre calcaire: il me paroît donc que cette mine de Danemora est de première formation, comme celles de Presberg et de Nordmarck, et que, quoiqu'elle soit plus fusible, elle ne contient que de la matière vitreuse, comme toutes les autres mines de fer primitives.

Comme l'on sait maintenant fabriquer le fer dans presque toutes les parties du monde, nous pouvons donner l'énumération des mines de fer qui se travaillent actuellement chez tous les peuples policés. On connoit en France celles d'Allevard en Dauphiné, qui sont en masses concrètes, et qui donnent de très-bon fer et d'assez bon acier par la fonte, que l'on appelle *acier de rive*. « J'ai vu, dit M. de Grignon, environ vingt filons de mines spathiques dans les montagnes d'Allevard; il y en a qui ont six pieds et plus de largeur sur une hauteur incommensurable : ils marchent régulièrement et sont presque tous perpendiculaires. On donne le nom de *maillat* à ceux des filons dont le minerai fond aisément et donne du fer doux, et l'on appelle *rive* les filons dont le minerai est bien moins fusible et produit du fer dur. C'est avec le mélange d'un tiers de *maillat* sur deux tiers de *rive* qu'on fait fondre la mine de fer dont on fait ensuite de bon acier connu sous le nom d'*acier de rive*. »

Les mines du Berri, de la Champagne, de la Bourgogne, de la Franche-Comté, du Nivernois, du Languedoc, et de quelques autres provinces de France, sont, pour la plupart, en rouille et en grains, et fournissent la plus grande partie des fers qui se consomment dans le royaume. En général, on peut dire qu'il y a en France des mines de fer de presque toutes les sortes : celles qui sont en masses solides se trouvent non seulement en Dauphiné, mais aussi dans le Roussillon, le comté de Foix, la Bretagne et la Lorraine; et celles qui sont en grains ou en rouille se présentent en grand nombre dans presque toutes les autres provinces de ce royaume.

L'Espagne a aussi ses mines de fer, dont quelques unes sont en masses concrètes qui se sont formées de la dissolution et du détriment des masses primitives; d'autres qui fournissent beaucoup de vitriol ferrugineux, et qui paroissent être produites par l'intermède de l'eau chargée d'acide : il y en a d'autres en ocre et en grains dans plusieurs endroits de la Catalogne, de l'Aragon, etc.

En Italie, les mines de fer les plus célèbres sont celles de l'île d'Elbe; on en a fait récemment de longues descriptions, qui néanmoins sont assez peu exactes. Ces mines sont ouvertes depuis plusieurs siècles, et fournissent du fer à toutes les provinces méridionales de l'Italie.

Dans la Grande-Bretagne, il se trouve beaucoup de mines de fer; la disette de bois fait que depuis long-temps on se sert de

charbon de terre pour les fondre : il faut que ce charbon soit épuré lorsqu'on veut s'en servir, surtout à l'affinerie; sans cette préparation, il rendroit le fer très-cassant. Les principales mines de fer de l'Écosse sont près de la bourgade de Carron; celles de l'Angleterre se trouvent dans le duché de Cumberland et dans quelques autres provinces.

Dans le pays de Liége, les mines de fer sont presque toutes mêlées d'argile, et dans le comté de Namur, elles sont au contraire mélangées de matière calcaire. La plupart des mines d'Alsace et de Suisse gisent aussi sur des pierres calcaires : toute la partie du mont Jura, qui commence aux confins du territoire de Schaffhouse, et qui s'étend jusqu'au comté de Neufchâtel, offre en plusieurs endroits des indices certains de mines de fer.

Toutes les provinces d'Allemagne ont de même leurs mines de fer, soit en roche, en grains, en ocre, en rouille ou en concrétions : celles de Styrie et de Carinthie, dont nous avons parlé, sont les plus fameuses; mais il y en a aussi de très-riches dans le Tyrol, la Bohême, la Saxe, le comté de Nassau-Siegen, le pays d'Hanovre, etc.

M. Guettard fait mention des mines de fer de la Pologne, et il en a observé quelques-unes : elles sont pour la plupart en rouille, et se tirent presque toutes dans les marais ou dans les lieux bas; d'autres sont, dit-il, en petits morceaux ferrugineux, et celles qui se trouvent dans les collines sont aussi à peu près de la même nature.

Les pays du nord sont les plus abondans en mines de fer : les voyageurs assurent que la plus grande partie des terres de la Laponie sont ferrugineuses. On a trouvé des mines de fer en Islande et en Groenland.

En Moscovie, dans les Russies, et en Sibérie, les mines de fer sont très-communes et font aujourd'hui l'objet d'un commerce important; car on en transporte le fer en grande quantité dans plusieurs provinces de l'Asie et de l'Europe, et même jusque dans nos ports de France.

En Asie, le fer n'est pas aussi commun dans les parties méridionales que dans les contrées septentrionales. Les voyageurs disent qu'il y a très-peu de mines de fer au Japon, et que ce métal y est presque aussi cher que le cuivre : cependant à la Chine, le fer est à bien plus bas prix; ce qui prouve que les mines de ce dernier métal y sont en plus grande abondance.

On en trouve dans les contrées de l'Inde, à Siam, à Golconde, et dans l'île de Ceylan. L'on connoît de même les fers de Perse, d'Arabie, et surtout les aciers fameux connus sous le nom de *damas*, que ces peuples savoient travailler avant même que nous eussions, en Europe, trouvé l'art de faire de bon acier.

En Afrique, les fers de Barbarie et ceux de Madagascar sont cités par les voyageurs; il se trouve aussi des mines de fer dans plusieurs autres contrées de cette partie du monde, à Bambouc, à Congo, et jusque chez les Hottentots. Mais tous ces peuples, à l'exception des Barbaresques, ne savent travailler le fer que très-grossièrement; et il n'y a ni forges ni fourneaux considérables dans toute l'étendue de l'Afrique : du moins les relateurs ne font mention que des fourneaux nouvellement établis par le roi de Maroc, pour fondre des canons de cuivre et de fonte de fer.

Il y a peut-être autant de mines de fer dans le vaste continent de l'Amérique que dans les autres parties du monde; et il paroît qu'elles sont aussi plus abondantes dans les contrées du nord que dans celles du midi : nous avons même formé, dès le siècle précédent, des établissements considérables de fourneaux et de forges dans le Canada, où l'on fabriquoit de très-bon fer. Il se trouve de même des mines de fer en Virginie, où les Anglois ont établi depuis peu des forges; et comme ces mines sont très-abondantes et se tirent aisément, et presque à la surface de la terre, dans toutes ces provinces qui sont actuellement sous leur domination, et que d'ailleurs le bois y est très-commun, ils peuvent fabriquer le fer à peu de frais; et ils ne désespèrent pas, dit-on, de fournir ce fer de l'Amérique au Portugal, à la Turquie, à l'Afrique, aux Indes orientales, et à tous les pays où s'étend leur commerce. Suivant les voyageurs, on a aussi trouvé des mines de fer dans les climats plus méridionaux de ce nouveau continent, comme à Saint-Domingue, au Mexique, au Pérou, au Chili, à la Guiane, et au Brésil; et cependant les Mexicains et les Péruviens, qui étoient les peuples les plus policés de ce continent, ne faisoient aucun usage du fer, quoiqu'ils eussent trouvé l'art de fondre les autres métaux; ce qui ne doit pas étonner, puisque, dans l'ancien continent, il existoit des peuples bien plus anciennement civilisés que ne pouvoient l'être les Américains, et que néanmoins il n'y a pas trois mille cinq cents ans que les Grecs ont, les premiers, trouvé les moyens de fondre la mine de fer, et de fabriquer ce métal dans l'île de Crète.

La matière du fer ne manque donc en aucun lieu du monde : mais l'art de la travailler est si difficile, qu'il n'est pas encore universellement répandu, parce qu'il ne peut être avantageusement pratiqué que chez les nations les plus policées, et où le gouvernement concourt à favoriser l'industrie; car quoiqu'il soit physiquement très-possible de faire partout du fer de la meilleure qualité, comme je m'en suis assuré par ma propre expérience, il y a tant d'obstacles physiques et moraux qui s'opposent à cette perfection de l'art, que dans l'état présent des choses on ne peut guère l'espérer.

Pour en donner un exemple, supposons un homme qui, dans sa propre terre, ait des mines de fer et des charbons de terre, ou des bois en plus grande quantité que les habitants de son pays ne peuvent en consommer : il lui viendra tout naturellement dans l'esprit l'idée d'établir des forges pour consumer ces combustibles, et tirer avantage de ses mines. Cet établissement, qui exige toujours une grosse mise de fonds, et qui demande autant d'économie dans la dépense que d'intelligence dans les constructions, pourroit rapporter à ce propriétaire environ dix pour cent, si la manutention en étoit administrée par lui-même. La peine et les soins qu'exige la conduite d'une telle entreprise, à laquelle il faut se livrer tout entier et pour long-temps, le forceront bientôt à donner à ferme ses mines, ses bois, et ses forges; ce qu'il ne pourra faire qu'en cédant moitié du produit : l'intérêt de sa mise se réduira dès lors à cinq au lieu de dix pour cent. Mais le très-pesant impôt dont la fonte de fer est grevée au sortir du fourneau diminue si considérablement le bénéfice, que souvent le propriétaire de la forge ne tire pas trois pour cent de sa mise; à moins que des circonstances particulières et très-rares ne lui permettent de fabriquer ses fers à bon marché et de les vendre cher [1]. Un autre obstacle moral tout aussi opposé, quoique indirectement, à la bonne fabrication de nos fers, c'est le peu de préférence qu'on donne aux bonnes manufactures, et le peu d'attention pour cette branche de commerce qui pourroit devenir l'une des plus importantes du royaume, et qui languit par la liberté de l'entrée des fers étrangers. Le mauvais fer se fait à bien meilleur compte que le bon, et cette différence est au moins du cinquième de son prix : nous ne ferons donc jamais que du fer d'une qualité médiocre, tant que le bon et le mauvais fer seront également grevés d'impôts et que les étrangers nous apporteront, sans un impôt proportionnel, la quantité de bons fers dont on ne peut se passer pour certains ouvrages.

D'ailleurs les architectes et autres gens chargés de régler les mémoires des ouvriers qui emploient le fer dans les bâtimens et dans la construction des vaisseaux ne font pas assez d'attention à la différente qualité des fers; ils ont un tarif général et commun sur lequel ils règlent indistinctement le prix du fer, en sorte que les ouvriers qui l'emploient pour leur compte dédaignent le bon, et ne prennent que le plus mauvais et le moins cher : à Paris, surtout, cette inattention fait que dans les bâtimens on n'emploie que de mauvais fers; ce qui en cause ou précipite la ruine. On sentira toute l'étendue de ce préjudice, si l'on veut se rappeler ce que j'ai prouvé par des expériences [2]; c'est qu'une barre de bon fer a non seulement plus de durée pour un long avenir; mais encore quatre ou cinq fois plus de force et de résistance actuelle qu'une pareille barre de mauvais fer.

Je pourrois m'étendre bien davantage sur les obstacles qui, par des réglemens mal entendus, s'opposent à la perfection de l'art des forges en France : mais, dans l'histoire naturelle du fer, nous devons nous borner à le considérer dans ses rapports physiques, en exposant non seulement les différentes formes sous lesquelles il nous est présente par la nature, mais encore toutes les différentes manières de traiter les mines et les fontes de fer pour en obtenir du bon métal. Ce point de vue physique, aujourd'hui contrarié par les obstacles moraux dont nous venons de parler, est néanmoins la base réelle sur laquelle on doit se fonder pour la con-

1. J'ai établi dans ma terre de Buffon un haut fourneau avec deux forges ; l'une a deux feux et deux marteaux, et l'autre a un feu et un marteau : j'y ai joint une fonderie, une double batterie, deux martinets, deux brocards, etc. Toutes ces constructions faites sur mon propre terrain, et à mes frais, m'ont coûté plus de trois cent mille livres ; j'ai ensuite conduit pendant douze ans toute la manutention de ces usines : je n'ai jamais pu tirer les intérêts de ma mise au denier vingt ; et, après douze ans d'expériences, j'ai donné à ferme toutes ces usines pour six mille cinq cents livres : ainsi je n'ai pas deux et demi pour cent de mes fonds, tandis que l'impôt en produit à très-peu près autant et sans mise de fonds à la caisse du domaine. Je ne cite ces faits que pour mettre en garde contre des spéculations illusoires les gens qui pensent à faire de semblables établissemens, et pour faire voir en même temps que le gouvernement, qui en tire le profit le plus net, leur doit protection.

2. Voyez, Partie expérimentale, *Mémoire sur la ténacité du fer*, tome I, page 405.

duite des travaux de cet art, ou pour changer ou modifier les réglemens qui s'opposent à nos succès en ce genre.

Nous n'avons en France que peu de ces roches primordiales de fer, si communes dans les provinces du nord, et dans lesquelles l'élément du fer est toujours mêlé et intimement uni avec une matière vitreuse. La plupart de nos mines sont en petits grains ou en rouille, et elles se trouvent ordinairement à la profondeur de quelques pieds: elles sont souvent dilatées sur un assez grand espace de terrain, où elles ont été déposées par les anciennes alluvions des eaux avant qu'elles eussent abandonné la surface de nos continens. Si ces mines ne sont mêlées que de sables calcaires, un seul lavage ou deux suffiront pour les en séparer et les rendre propres à être mises au fourneau : la portion de sable calcaire que l'eau n'aura pas emportée servira de castine; il n'en faudra point ajouter, et la fusion de la mine sera facile et prompte : on observera seulement que quand la mine reste trop chargée de ce sable calcaire, et qu'on n'a pu l'en séparer assez en la lavant ou la criblant, il faut alors y ajouter au fourneau une petite quantité de terre limoneuse, qui, se convertissant en verre, fait fondre en même temps cette matière calcaire superflue, et ne laisse à la mine que la quantité nécessaire à sa fusion; ce qui fait la bonne qualité de la fonte.

Si ces mines en grains se trouvent au contraire mêlées d'argile fortement attachée à leurs grains, et qu'on a peine d'en séparer par le lavage, il faut le réitérer plusieurs fois, et donner à cette mine au fourneau une assez grande quantité de castine : cette matière calcaire facilitera la fusion de la mine en s'emparant de l'argile qui enveloppe le grain, et qui se fondra par ce mélange. Il en sera de même si la mine se trouve mêlée de petits cailloux; la matière calcaire accélérera leur fusion : seulement on doit laver, cribler, et vanner ces mines, afin d'en séparer, autant qu'il est possible, les petits cailloux qui souvent y sont en trop grande quantité.

J'ai suivi l'extraction et le traitement de ces trois sortes de mines : les deux premières étoient *en nappes*, c'est-à-dire dilatées dans une assez grande étendue de terrain; la dernière, mêlée des petits cailloux, étoit au contraire *en nids* ou en sacs, dans les fentes perpendiculaires des bancs de pierre calcaire. Sur une vingtaine de ces mines *ensachées* dans les rochers calcaires, j'ai constamment observé qu'elles n'étoient mêlées que de petits cailloux quartzeux, de calcédoines, et de sables vitreux, mais point du tout de graviers ou de sables calcaires, quoique ces mines fussent environnées de tous côtés de bancs solides de pierres calcaires dont elles remplissoient les intervalles ou fentes perpendiculaires à d'assez grandes profondeurs, comme de cent, cent cinquante, et jusqu'à deux cents pieds : ces fentes, toujours plus larges vers la superficie du terrain, vont toutes en se rétrécissant à mesure qu'on descend, et se terminent par la réunion des rochers calcaires dont les bancs deviennent continus au dessous. Ainsi, quand ce sac de mine étoit vidé, on pouvoit examiner du haut en bas et de tous côtés les parois de la fente qui la contenoit; elles étoient de pierre purement calcaire, sans aucun mélange de mine de fer ni de petits cailloux; les bancs étoient horizontaux, et l'on voyoit évidemment que la fente perpendiculaire n'étoit qu'une disruption de ces bancs, produite par la retraite et le desséchement de la matière molle dont ils étoient d'abord composés; car la suite de chaque banc se trouvoit à la même hauteur de l'autre côté de la fente, et tous étoient de même parfaitement correspondans du haut jusqu'en bas de la fente.

J'ai de plus observé que toutes les parois de ces fentes étoient lisses et comme usées par le frottement des eaux, en sorte qu'on ne peut guère douter qu'après l'établissement de la matière des bancs calcaires par lits horizontaux, les fentes perpendiculaires ne se soient d'abord formées par la retraite de cette matière sur elle-même en se durcissant; après quoi ces mêmes fentes sont demeurées vides, et leur intérieur, d'abord battu par les eaux, n'a reçu que dans des temps postérieurs les mines de fer qui les remplissent.

Ces transports paroissent être les derniers ouvrages de la mer sur nos continens : elle a commencé par étendre les argiles et les sables vitreux sur la roche du globe et sur toutes les matières solides et vitrifiées par le feu primitif; les schistes se sont formés par le desséchement des argiles, et les grès par la réunion des sablons quartzeux; ensuite les poudres calcaires, produites par les débris des premiers coquillages, ont formé les bancs de pierre, qui sont presque toujours posés au dessus des schistes et des argiles, et en même temps les détrimens des végétaux descendus des parties les plus élevées du globe ont formé les veines de charbons et de bitumes; enfin les derniers mouvemens de la mer, peu de temps avant d'abandonner la surface de nos collines, ont amené

dans les fentes perpendiculaires des bancs calcaires ces mines de fer en grains qu'elle a lavés et séparés de la terre végétale, où ils s'étoient formés, comme nous l'avons expliqué [1].

Nous observerons encore que ces mines, qui se trouvent *ensachées* dans les rochers calcaires sont communément en grains plus gros que celles qui sont dilatées par couches sur une grande étendue de terrain [2] : elles n'ont plus aucune suite, aucune autre correspondance entre elles que la direction de ces mêmes fentes, qui, dans les masses calcaires, ne suivent pas la direction générale de la colline, du moins aussi régulièrement que dans les montagnes vitreuses; en sorte que quand on a épuisé un de ces sacs de mine, l'on n'a souvent nul indice pour en trouver un autre. La boussole ne peut servir ici; car ces mines en grains ne font aucun effet sur l'aiguille aimantée, et la direction de la fente n'est qu'un guide incertain : car, dans la même colline, on trouve des fentes dont la plus grande dimension horizontale s'étend dans des directions très-différentes et quelquefois opposées; ce qui rend la recherche de ces mines très-équivoque et leur produit si peu assuré, si contingent, qu'il seroit fort imprudent d'établir un fourneau dans un lieu où l'on n'auroit que de ces mines en sacs, parce que ces sacs étant une fois épuisés, on ne seroit nullement assuré d'en trouver d'autres : les plus considérables de ceux dont j'ai fait l'extraction ne contenoient que deux ou trois mille muids de mine, quantité qui suffit à peine à la consommation du fourneau pendant huit ou dix mois. Plusieurs de ces sacs ne contenoient que quatre ou cinq cents muids, et l'on est toujours dans la crainte de n'en pas trouver d'autres après les avoir épuisés; il faut donc s'assurer s'il n'y a pas à proximité, c'est-à-dire à deux ou trois lieues de distance du lieu où l'on veut établir un fourneau, d'autres mines en couches assez étendues pour pouvoir être moralement sûr qu'une extraction continuée pendant un siècle ne les épuisera pas : sans cette prévoyance, la matière métallique venant à manquer, tout le travail cesseroit au bout d'un temps, la forge périroit faute d'aliment, et l'on seroit obligé de détruire tout ce que l'on auroit édifié.

1. Voyez, dans le présent volume, l'article qui a pour titre *de la Terre végétale*.

2. Ce n'est qu'en quelques endroits que l'on trouve de ces mines dilatées en gros grains sur une grande étendue de terrain. M. de Grignon en a reconnu quelques-unes de telles en Franche-Comté.

Au reste, quoique le fer se reproduise en grains sous nos yeux dans la terre végétale, c'est en trop petite quantité pour que nous puissions en faire usage; car toutes les minières dont nous faisons l'extraction ont été amenées, lavées, et déposées par les eaux de la mer lorsqu'elle couvroit encore nos continens. Quelque grande que soit la consommation qu'on a faite et qu'on fait tous les jours de ces mines, il paroît néanmoins que ces anciens dépôts ne sont pas, à beaucoup près, épuisés, et que nous en avons en France pour un grand nombre de siècles, quand même la consommation doubleroit par les encouragemens qu'on devroit donner à nos fabrications de fer : ce sera plutôt la matière combustible qui manquera, si l'on ne donne pas un peu plus d'attention à l'épargne des bois, en favorisant l'exploitation des mines de charbon de terre.

Presque toutes nos forges et fourneaux ne sont entretenus que par du charbon de bois [1]; et comme il faut dix-huit à vingt ans d'âge au bois pour être converti en bon charbon, on doit compter qu'avec deux cent cinquante arpens de bois bien économisés l'on peut faire annuellement six cents ou six cent cinquante milliers de fer : il faut donc, pour l'entretien d'un pareil établissement qu'il y ait au moins dix-huit fois deux cent cinquante ou quatre mille cinq cents arpens à portée, c'est-à-dire à deux ou trois lieues de distance, indépendamment d'une quantité égale ou plus grande pour la consommation du pays. Dans toute autre position, l'on ne pourra faire que trois ou quatre cents milliers de fer par la rareté des bois; et toute forge qui ne produiroit pas trois cents milliers de fer par an ne vaudroit pas la peine d'être établie ni maintenue : or c'est le cas d'un grand nombre de ces établissemens faits dans le temps où le bois étoit plus commun, où on ne le tiroit pas par le flottage des provinces éloignées de Paris,

1. Les charbons de chêne, charme, hêtre, et autres bois durs, sont meilleurs pour le fourneau de fusion; et ceux de tremble, bouleau, et autres bois mous, sont préférables pour l'affinerie; mais il faut laisser reposer pendant quelques mois les charbons de bois durs. Le charbon de chêne employé à l'affinerie rend le fer cassant; mais au fourneau de fusion, c'est de tous les charbons celui qui porte le plus de mine : ensuite c'est le charbon de hêtre, celui de sapin, et celui de châtaignier, qui de tous en porte le moins, et doit être réservé, avec les bois blancs, pour l'affinerie. On doit tenir sèchement et à couvert tous les charbons; ceux de bois blancs surtout s'altèrent à l'air et à la pluie dans très-peu de temps; le charbon des jeunes chênes, depuis dix-huit jusqu'à trente ans d'âge, est celui qui brûle avec le plus d'ardeur.

où enfin la population étant moins grande, la consommation du bois, comme de toutes les autres denrées, étoit moindre; mais maintenant que toutes ces causes et notre plus grand luxe ont concouru à la disette du bois, on sera forcé de s'attacher à la recherche de ces anciennes forêts enfouies dans le sein de la terre, et qui, sous une forme de matière minérale, ont retenu tous les principes de la combustibilité des végétaux, et peuvent les suppléer non seulement pour l'entretien des feux et des fourneaux nécessaires aux arts, mais encore pour l'usage des cheminées et des poêles de nos maisons, pourvu qu'on donne à ce charbon minéral les préparations convenables.

Les mines en rouille ou en ocre, celles en grains, et les mines spathiques ou en concrétions, sont les seules qu'on puisse encore traiter avantageusement dans la plupart de nos provinces de France, où le bois n'est pas fort abondant; car quand même on y découvriroit des mines de fer primitif, c'est-à-dire de ces roches primordiales, telles que celles des contrées du nord, dans lesquelles la substance ferrugineuse est intimement mêlée avec la matière vitreuse, cette découverte nous seroit peu utile, attendu que le traitement de ces mines exige près du double de consommation de matière combustible, puisqu'on est obligé de les faire griller au feu pendant quinze jours ou trois semaines, avant de pouvoir les concasser et les jeter au fourneau; d'ailleurs ces mines en roche, qui sont en masses très-dures, et qu'il faut souvent tirer d'une grande profondeur, ne peuvent être exploitées qu'avec de la poudre et de grands feux, qui les ramollissent ou les font éclater : nous aurions donc un grand avantage sur nos concurrens étrangers, si nous avions autant de matières combustibles; car avec la même quantité nous ferions le double de ce qu'ils peuvent faire, puisque l'opération du grillage consomme presque autant de combustible que celle de la fusion; et, comme je l'ai souvent dit, il ne tient qu'à nous d'avoir d'aussi bon fer que celui de Suède, dès qu'on ne sera pas forcé, comme on l'est aujourd'hui, de trop épargner le bois, ou que nous pourrons y suppléer par l'usage du charbon de terre épuré.

La bonne qualité du fer provient principalement du traitement de la mine avant et après sa mise au fourneau. Si l'on obtient une très-bonne fonte, on sera déjà bien avancé pour faire d'excellent fer. Je vais indiquer, le plus sommairement qu'il me sera possible, les moyens d'y parvenir, et par lesquels j'y suis parvenu moi-même, quoique je n'eusse sous ma main que des mines d'une très-médiocre qualité.

Il faut s'attacher, dans l'extraction des mines en grains, aux endroits où elles sont les plus pures; si elles ne sont mêlées que d'un quart ou d'un tiers de matière étrangère, on doit encore les regarder comme bonnes : mais si ce mélange hétérogène est de deux tiers ou de trois quarts, il ne sera guère possible de les traiter avantageusement, et l'on fera mieux de les négliger et de chercher ailleurs; car il arrive toujours que, dans la même minière, dilatée sur une étendue de quelques lieues de terrain, il se trouve des endroits où la mine est beaucoup plus pure que dans d'autres, et, de plus, la portion inférieure de la minière est communément la meilleure : au contraire, dans les minières qui sont en sacs perpendiculaires, la partie supérieure est toujours la plus pure, et on trouve la mine plus mélangée à mesure que l'on descend. Il faut donc choisir, et dans les unes et dans les autres, ce qu'elles auront de mieux, et abandonner le reste si l'on peut s'en passer.

Cette mine, extraite avec choix, sera conduite au lavoir pour en séparer toutes les matières terreuses que l'eau peut délayer, et qui entraînera aussi la plus grande partie des sables plus menus ou plus légers que les grains de la mine; seulement il faut être attentif à ne pas continuer le lavage dès qu'on s'aperçoit qu'il passe beaucoup de mine avec le sable [1], ou bien il faut recevoir ce sable mêlé de mine dans un dépôt, d'où l'on puisse ensuite le tirer pour le cribler ou le vanner, afin de rendre la mine assez nette pour pouvoir la mêler avec l'autre. On doit de même cribler toute mine lavée qui reste encore chargée d'une trop grande quantité de sable ou de petits cailloux. En général, plus on épurera la mine par les lotions ou par le crible, et moins on consommera de combustible pour la fondre, et l'on sera plus que dédommagé de la dépense qu'on aura

1. Ce seroit entrer dans un trop grand détail que de donner ici les proportions et les formes des différens lavoirs qu'on a imaginés pour nettoyer les mines de fer en grains, et les purger des matières étrangères qui quelquefois sont tellement unies aux grains, qu'on a grande peine à les en détacher. Le lavoir foncé de fer et percé de petits trous, inventé par M. Robert, sera très-utile pour les mines ainsi mêlées de terre grasse et attachante; mais pour toutes les autres mines qui ne sont mélangées que de sable calcaire ou de petits cailloux vitreux, les lavoirs les plus simples suffisent, et même doivent être préférés.

faite pour cette préparation de la mine par son produit au fourneau [1].

La mine épurée à ce point peut être confiée au fourneau avec certitude d'un bon produit en quantité et en qualité; une livre et demie de charbon de bois suffira pour produire une livre de fonte, tandis qu'il faut une livre trois quarts et quelquefois jusqu'à deux livres de charbon lorsque la mine est restée trop impure : si elle n'est mêlée que de petits cailloux ou de sables vitreux, on fera bien d'y ajouter une certaine quantité de matière calcaire, comme d'un sixième ou d'un huitième par chaque charge, pour en faciliter la fusion; si au contraire elle est trop mêlée de matière calcaire, on ajoutera une petite quantité, comme d'un quinzième ou d'un vingtième, de terre limoneuse, ce qui suffira pour en accélérer la fusion.

Il y a beaucoup de forges où l'on est dans l'usage de mêler les mines de différentes qualités avant de les jeter au fourneau : cependant on doit observer que cette pratique ne peut être utile que dans des cas particuliers : il ne faut jamais mélanger une mine très-fusible avec une mine réfractaire, non plus qu'une mine en gros morceaux avec une mine en très-petits grains, parce que l'une se fondant en moins de temps que l'autre, il arrive qu'au moment de la coulée la mine réfractaire ou celle qui est en gros morceaux n'est qu'à demi fondue; ce qui donne une mauvaise fonte dont les parties sont mal liées; il vaut donc mieux fondre seules les mines, de quelque nature qu'elles soient, que de les mêler avec d'autres qui seroient de qualités très-différentes. Mais comme les mines en grains sont à peu près de la même nature, la plus ou moins grande fusibilité de ces mines ne vient pas de la différente qualité des grains, et ne provient que de la nature des terres et des sables qui y sont mêlés. Si ce sable est calcaire, la fonte sera facile; s'il est vitreux ou argileux, elle sera plus difficile : on doit corriger l'un par l'autre lorsque l'on veut mélanger ces mines au fourneau; quelques essais suffisent pour reconnoître la quantité qu'il faut ajouter de l'une pour rendre l'autre plus fusible. En général, le mélange de la matière calcaire à la matière vitreuse les rend bien plus fusibles qu'elles ne le seroient séparément.

Dans les mines en roche ou en masse, ces essais sont plus faciles; il ne s'agit que de trouver celles qui peuvent servir de fondant aux autres. Il faut briser cette mine massive en morceaux d'autant plus petits qu'elle est plus réfractaire. Au reste, les mines de fer qui contiennent du cuivre doivent être rejetées, car elles ne donneroient que du fer très-cassant.

La conduite du fourneau demande tout autant et peut-être encore plus d'attention que la préparation de la mine. Après avoir laissé le fourneau s'échauffer lentement pendant trois ou quatre jours, en imposant successivement sur le charbon une petite quantité de mine (environ cent livres pesant), on met en jeu les soufflets en ne leur donnant d'abord qu'un mouvement assez lent (de quatre ou cinq coulées par minute) : on commence alors à augmenter la quantité de la mine, et l'on en met, pendant les deux premiers jours, deux ou trois mesures (d'environ soixante livres chacune) sur six mesures de charbon (d'environ quarante livres pesant), à chaque charge que l'on impose au fourneau; ce qui ne se fait que quand les charbons enflammés dont il est plein ont baissé d'environ trois pieds et demi. Cette quantité de charbon qu'on impose à chaque charge étant toujours la même, on augmentera graduellement celle de la mine d'une demi-mesure le troisième jour, et d'autant chaque jour suivant, en sorte qu'au bout de huit ou neuf jours on imposera la charge complète de six mesures de mine sur six mesures de charbon : mais il vaut mieux, dans le commencement, se tenir au dessous de cette proportion que de se mettre au dessus.

On doit avoir l'attention d'accélérer la vitesse des soufflets en même proportion à peu près qu'on augmente la quantité de mine, et l'on pourra porter cette vitesse jusqu'à dix coups par minute, en leur supposant trente pouces de coulée, et jusqu'à douze coups si la coulée n'est que de vingt-quatre ou vingt-cinq pouces. Le régime du feu dépend de la conduite du vent, et de tous deux dépendent la célérité du travail et la fusion plus ou moins parfaite de la mine: aussi dans un fourneau bien construit tout doit-il être en juste proportion; la grandeur des soufflets, la largeur de l'orifice de leurs *buses*,

1. Les cribles cylindriques, longs de quatre à cinq pieds sur dix-huit ou vingt pouces de diamètre, montés en fil de fer sur un axe à rayons, sont les plus expéditifs et les meilleurs; j'en ai fait construire plusieurs, et je m'en suis servi avec avantage : un enfant de dix ans suffit pour tourner ce crible, dans lequel le minerai coule par une trémie; le sablon le plus fin tombe au dessous de la tête du crible, les grains de mine tombent dans le milieu, et les plus gros sables et petits cailloux vont au delà par l'effet de la force centrifuge : c'est de tous les moyens le plus sûr pour rendre la mine aussi nette qu'il est possible.

doivent être réglées sur la capacité du fourneau : une trop petite quantité d'air feroit languir le feu; une trop grande le rendroit trop vif et dévorant; la fusion de la mine ne se feroit, dans le premier cas, que très-lentement et imparfaitement, et, dans le second, la mine n'auroit pas le temps de se liquéfier : elle brûleroit en partie, au lieu de se fondre en entier.

On jugera du résultat de tous ces effets combinés par la qualité de la *matte* ou fonte de fer que l'on obtiendra. On peut couler toutes les neuf à dix heures; mais on fera mieux de mettre deux ou trois heures de plus entre chaque coulée : la mine en fusion tombe comme une pluie de feu dans le creuset, où elle se tient en bain, et se purifie d'autant plus qu'elle y séjourne plus de temps; les scories vitrifiées des matières étrangères dont elle étoit mêlée surnagent le métal fondu, et le défendent en même temps de la trop vive action du feu, qui ne manqueroit pas d'en calciner la surface. Mais comme la quantité de ces scories est toujours très-considérable, et que leur volume boursouflé s'éleveroit à trop de hauteur dans le creuset, on a soin de laisser couler et même de tirer cette matière superflue, qui n'est que du verre impur auquel on a donné le nom de *laitier*, et qui ne contient aucune partie de métal lorsque la fusion de la mine se fait bien : on peut en juger par la nature même de ce laitier; car s'il est fort rouge, s'il coule difficilement, s'il est *poisseux* ou mêlé de mine mal fondue, il indiquera le mauvais travail du fourneau : il faut que ce laitier soit coulant et d'un rouge léger en sortant du fourneau; ce rouge que le feu lui donne s'évanouit au moment qu'il se refroidit, et il prend différentes couleurs suivant les matières étrangères qui dominoient dans le mélange de la mine.

On pourra donc toutes les douze heures obtenir une gueuse ou lingot d'environ deux milliers; et si la fonte est bien liquide et d'une belle couleur de feu, sans être trop étincelante, on peut bien augurer de sa qualité; mais on en jugera mieux en l'examinant après l'avoir couverte de poussière de charbon, et l'avoir laissée refroidir au moule pendant six ou sept heures; si le lingot est très-sonore, s'il se casse aisément sous la masse, si la matière en est blanche et composée de lames brillantes et de gros grains à facettes, on prononcera sans hésiter que cette fonte est de mauvaise ou du moins de très-médiocre qualité, et que, pour la convertir en bon fer, le travail ordinaire de l'affinerie ne seroit pas suffisant. Il faudra donc tâcher de corriger d'avance cette mauvaise qualité de la fonte par le traitement au fourneau : pour cela, on diminuera d'un huitième ou même d'un sixième la quantité de mine que l'on impose à chaque charge sur la même quantité de charbon, ce qui seul suffira pour changer la qualité de la fonte; car alors on obtiendra des lingots moins sonores, dont la matière, au lieu d'être blanche et à gros grains, sera grise et à petits grains serrés; et si l'on compare la pesanteur spécifique de ces deux fontes, celle-ci pèsera plus de cinq cents livres le pied cube, tandis que la première n'en pèsera guère que quatre cent soixante-dix ou quatre cent soixante-quinze; et cette fonte grise à grains serrés donnera de bon fer au travail ordinaire de l'affinerie, où elle demandera seulement un peu plus de temps et de feu pour se liquéfier.

Il en coûte donc plus au fourneau et plus à l'affinerie pour obtenir de bon fer que pour en faire de mauvais, et j'estime qu'avec la même mine la différence peut aller à un quart en sus. Si la fabrication du mauvais fer coûte cent francs par millier, celle du bon fer coûtera cent vingt-cinq livres; et malheureusement dans le commerce on ne paie guère que dix livres de plus le bon fer, et souvent même on le néglige pour n'acheter que le mauvais. Cette différence seroit encore plus grande si l'on ne regagnoit pas quelque chose dans la conversion de la bonne fonte en fer; il n'en faut qu'environ quatorze cents pesant, tandis qu'il faut au moins quinze et souvent seize cents d'une mauvaise fonte pour faire un millier de fer. Tout le monde pourroit donc faire de bonne fonte et fabriquer de bon fer : mais l'impôt dont il est grevé force la plupart de nos maîtres de forges à négliger leur art, et à ne rechercher que ce qui peut diminuer la dépense et augmenter la quantité; ce qui ne peut se faire qu'en altérant la qualité. Quelques uns d'entre eux, pour épargner la mine, s'étoient avisés de faire broyer les crasses ou scories qui sortent du foyer de l'affinerie, et qui contiennent une grande quantité de fer intimement mêlé avec des matières vitrifiées; par cette addition, ils trouvèrent d'abord un bénéfice considérable en apparence : le fourneau rendoit beaucoup plus de fonte; mais elle étoit si mauvaise, qu'elle perdoit à l'affinerie ce qu'elle avoit gagné au fourneau, et qu'après cette perte, qui compensoit le bénéfice, ou plutôt le réduisoit à rien, il y avoit encore tout à perdre

sur la qualité du fer, qui participoit de tous les vices de cette mauvaise fonte; ce fer étoit si cendreux, si cassant, qu'il ne pouvoit être admis dans le commerce.

Au reste, le produit en fer que peut donner la fonte dépend aussi beaucoup de la manière de la traiter au feu de l'affinerie. « J'ai vu, dit M. de Grignon, dans des forges du bas Limousin, faire avec la même fonte deux sortes de fer : le premier, doux, d'excellente qualité et fort supérieur à celui du Berri; on y emploie quatorze cents livres de fonte : le second est une combinaison de fer et d'acier pour les outils *aratoires*, et l'on n'emploie que douze cents livres de fonte pour obtenir un millier de fer; mais on consomme un sixième de plus de charbon que pour le premier. Cette différence ne provient que de la manière de poser la tuyère, et de préserver le fer du contact immédiat du vent. » Je pense qu'en effet, si l'on pouvoit, en affinant la fonte, la tenir toujours hors de la ligne du vent, et environnée de manière qu'elle ne fût point exposée à l'action de l'air, il s'en brûleroit beaucoup moins, et qu'avec douze cents ou tout au plus treize cents livres de fonte on obtiendroit un millier de fer.

La mine la plus pure, celle même dont on a tiré les grains un à un, est souvent intimement mêlée de particules d'autres métaux ou demi-métaux, et particulièrement de cuivre et de zinc. Ce premier métal, qui est fixe, reste dans la fonte, et le zinc, qui est volatil, se sublime ou se brûle.

La fonte blanche, sonore, et cassante, que je réprouve pour la fabrique du bon fer, n'est guère plus propre à être moulée; elle se boursoufle au lieu de se condenser par la retraite, et se casse au moindre choc : mais la fonte blanchâtre et qui commence à tirer au gris, quoique très-dure et encore assez aigre, est très-propre à faire des colliers d'arbres de roues, des enclumes, et d'autres grosses masses qui doivent résister au frottement ou à la percussion. On en fait aussi des boulets et des bombes : elle se moule aisément et ne prend que peu de retraite dans le moule. On peut d'ailleurs se procurer à moindres frais cette espèce de fonte au moyen de simples fourneaux à réverbère [1], sans soufflets, et dans lesquels on emploie le charbon de terre plus ou moins épuré. Comme ce combustible donne une chaleur beaucoup plus forte que celle du charbon de bois, la mine se fond et coule dans ces fourneaux aussi promptement et en plus grande quantité que dans nos hauts fourneaux, et on a l'avantage de pouvoir placer ces fourneaux partout, au lieu qu'on ne peut établir que sur des courans d'eau nos grands fourneaux à soufflets : mais cette fonte faite au charbon de terre dans ces fourneaux de réverbère ne donne pas de bon fer, et les Anglois, tout industrieux qu'ils sont, n'ont pu jusqu'ici parvenir à fabriquer des fers de qualité même médiocre avec ces fontes, qui vraisemblablement ne s'épurent pas assez dans ces fourneaux; et cependant j'ai vu et éprouvé moi-même qu'il étoit possible, quoique assez difficile, de faire de bon fer avec de la fonte fondue au charbon de terre dans nos hauts fourneaux à soufflets, parce qu'elle s'y épure davantage que dans ceux de réverbère.

Cette fonte faite dans des fourneaux de réverbère peut utilement être employée aux ouvrages moulés : mais comme elle n'est pas assez épurée, on ne doit pas s'en servir pour les canons d'artillerie; il faut, au contraire, la fonte la plus pure, et j'ai dit ailleurs [2] qu'avec des précautions et une bonne conduite au fourneau on pouvoit épurer la fonte au point que les pièces de canon, au lieu de crever en éclats meurtriers, ne feroient que se fendre par l'effet d'une trop forte charge, et dès lors résisteroient sans peine et sans altération à la force de la poudre aux charges ordinaires.

Cet objet, étant de grande importance, mérite une attention particulière. Il faut d'abord bannir le préjugé où l'on étoit, qu'il n'est pas possible de tenir la fonte de fer en fusion pendant plus de quinze ou vingt heures, qu'en la gardant plus longtemps elle se brûle, qu'elle peut aussi faire

1. C'est la pratique commune en plusieurs provinces de la Grande-Bretagne, où l'on fond et coule de cette manière les plus belles fontes moulées, et des masses de plusieurs milliers en gros cylindres et autres formes. Nous pourrions de même faire usage de ces fourneaux dans les lieux où le charbon de terre est à portée. M. le marquis de Luchet m'a écrit qu'il avoit fait essai de cette méthode dans les provinces du comté de Nassau. « J'ai mis, dit-il, dans un fourneau construit selon la méthode angloise cinq quintaux de mine de fer, et au bout de huit heures la mine étoit fondue. » Je suis convaincu de la vérité de ce fait, que M. de Luchet opposoit à un fait également vrai, et que j'ai rapporté, c'est que la mine de fer ne se fond point dans nos fourneaux de réverbère, même les plus puissans, tels que ceux de nos verreries et glaceries; la différence vient de ce qu'on la chauffe avec du bois, dont la chaleur n'est pas, à beaucoup près, aussi forte que celle du charbon de terre.

2. Voyez le dixième Mémoire, tome I, pages 493 et suivantes.

explosion, qu'on ne peut donner au creuset du fourneau une assez grande capacité pour contenir dix ou douze milliers de fonte, que ces trop grandes dimensions du creuset et de la cuve du fourneau en altéreroient ou même en empêcheroient le travail, etc.; toutes ces idées, quoique très-peu fondées, et pour la plupart fausses, ont été adoptées: on a cru qu'il falloit deux et même trois hauts fourneaux pour pouvoir couler une pièce de trente-six et même de vingt-quatre, afin de partager en deux ou même en trois creusets la quantité de fonte nécessaire, et de ne la tenir en fusion que dix-huit ou vingt heures. Mais, indépendamment des mauvais effets de cette méthode dispendieuse et mal conçue, je puis assurer que j'ai tenu pendant quarante-huit heures sept milliers de fonte en fusion dans mon fourneau, sans qu'il soit arrivé le moindre inconvénient, sans qu'elle ait bouillonné plus qu'à l'ordinaire, sans qu'elle se soit brûlée, etc. [1], et que j'ai vu clairement que si la capacité du creuset, qui s'étoit fort augmentée par un feu de six mois, eût été plus grande, j'aurois pu y amasser encore autant de milliers de matière en fusion, qui n'auroit rien souffert en la laissant toujours surmontée du laitier nécessaire pour la défendre de la trop grande action du feu et du contact de l'air : cette fonte, au contraire, tenue pendant quarante-huit heures dans le creuset, n'en étoit que meilleure et plus épurée; elle pesoit cinq cent douze livres le pied cube, tandis que les fontes grises ordinaires qu'on travailloit alors à mes forges ne pesoient que quatre cent quatre-vingt-quinze livres, et que les fontes blanches ne pesoient que quatre cent soixante-douze livres le pied cube [2]. Il peut donc y avoir une diffé-

1. Ayant fait part de mes observations à M. le vicomte de Morogues, et lui ayant demandé le résultat des expériences faites à la fonderie de Ruelle en Angoumois, voici l'extrait des réponses qu'il eut la bonté de me faire.

« On a fondu à Ruelle des canons de vingt-quatre à un seul fourneau ; le creuset devoit contenir sept mille cinq cents ou huit mille de matière : la fusion de la fonte ne peut pas être égale dans deux fourneaux différens, et c'est ce qui doit déterminer à ne couler qu'à un seul fourneau.

« On emploie environ quarante-huit heures pour la fusion de sept mille cinq cents ou huit mille de matière pour un canon de vingt-quatre; et l'on emploie vingt-trois à vingt-quatre heures pour la fusion de trois mille cinq cents pour un canon de huit : ainsi la fonte du gros canon ayant été le double du temps dans le creuset, il est évident qu'elle a dû se purifier davantage.

« Il n'est pas à craindre que la fonte se brûle lorsqu'elle est une fois en bain dans le creuset. A la vérité, lorsqu'il y a trop de charbon, et par conséquent trop de feu et trop peu de mine dans le fourneau, elle se brûle en partie au lieu de fondre en entier ; la fonte qui en résulte est brune, poreuse, et bourrue, et n'a pas la consistance ni la dureté d'une bonne fonte : seulement il faut avoir attention que la fonte dans le bain soit toujours couverte d'une certaine quantité de laitier. Cette fonte bourrue dont nous venons de parler est douce et se forme aisément; mais, comme elle a peu de densité et par conséquent de résistance, elle n'est pas bonne pour les canons.

« La fonte grise à petits grains doit être préférée à la fonte trop brune qui est trop tendre, et à la fonte blanche à gros grains qui est trop dure et trop impure.

« Il faut laisser le canon refroidir lentement dans son moule, pour éviter la sorte de trempe qui ne peut que donner de l'aigreur à la matière du canon : bien des gens croient néanmoins que cette surface extérieure, qui est la plus dure, donne beaucoup de force au canon.

« Il n'y a pas long-temps que l'on tourne les pièces de canon, et qu'on les coule pleines pour les forer ensuite. L'avantage, en les coulant pleines, est d'éviter les chambres qui se forment dans tous les canons coulés à noyau. L'avantage de les tourner consiste en ce qu'elles seront parfaitement concentrées et d'une épaisseur égale dans toutes les parties correspondantes : le seul inconvénient du tour est que les pièces sont plus sujettes à la rouille que celles dont on n'a pas entamé la surface.

« La plus grande difficulté est d'empêcher le canon de s'arquer dans le moule; or le tour remédie à ce défaut et à tous ceux qui proviennent des petites imperfections du moule.

« La première couche qui se durcit dans la fonte d'un canon est la plus extérieure ; l'humidité et la fraîcheur du moule lui donnent une trempe qui pénètre à une ligne ou une ligne et demie dans les pièces de gros calibre, et davantage dans ceux de petit calibre, parce que leur surface est proportionnellement plus grande relativement à leur masse : or cette enveloppe trempée est plus cassante ; quoique plus dure que le reste de la matière, elle ne lui est pas aussi bien intimement unie, et semble faire un cercle concentrique assez distinct du reste de la pièce ; elle ne doit donc pas augmenter la résistance de la pièce. Mais si l'on craint encore de diminuer la résistance du canon en enlevant l'écorce par le tour, il n'y aura qu'à compenser cette diminution en donnant deux ou trois lignes de plus d'épaisseur au canon.

« On a observé que la matière est meilleure dans la culasse des pièces que dans les volées, et cette matière de la culasse est celle qui a coulé la première et qui est sortie du fond du creuset, et qui, par conséquent, a été tenue le plus long-temps en fusion ; au contraire, la *masselotte* du canon, qui est la matière qui coule la dernière, est d'une mauvaise qualité, et remplie de scories.

« On doit observer que si l'on veut fondre du canon de vingt-quatre à un seul fourneau, il seroit mieux de commencer par ne donner au creuset que les dimensions nécessaires pour couler du dix-huit, et laisser agrandir le creuset par l'action du feu avant de couler du vingt-quatre ; et par la même raison on fera l'ouvrage pour couler du vingt-quatre, qu'on laissera ensuite agrandir pour couler du trente-six.

2. J'ai fait ces épreuves à une très-bonne et grande balance hydrostatique sur des morceaux

rence de plus de trente-cinq livres par pied cube, c'est-à-dire d'un douzième environ, sur la pesanteur spécifique de la fonte de fer; et comme sa résistance est tout au moins proportionnelle à sa densité, il s'ensuit que les pièces de canon de cette fonte dense résisteront à la charge de douze livres de poudre, tandis que celles de fonte blanche et légère éclateront par l'effort d'une charge de dix à onze livres. Il en est de même de la pureté de la fonte : elle est, comme sa résistance, plus que proportionnelle à sa densité; car, ayant comparé le produit en fer de ces fontes, j'ai vu qu'il falloit quinze cent cinquante des premières, et seulement treize cent vingt de la fonte épurée qui pesoit cinq cent douze livres le pied cube, pour faire un millier de fer.

Quelque grande que soit cette différence, je suis persuadé qu'elle pourroit l'être encore plus, et qu'avec un fourneau construit exprès pour couler du gros canon, dans lequel on ne verseroit que la mine bien préparée, et à laquelle on donneroit en effet quarante-huit heures de séjour dans le creuset avec un feu toujours égal, on obtiendroit de la fonte encore plus dense, plus résistante, et qu'on pourroit parvenir au point de la rendre assez métallique pour que les pièces, au lieu de crever en éclats, ne fissent que se fendre, comme les canons de bronze, par une trop forte charge.

Car la fonte n'est dans le vrai qu'une *matte* de fer plus ou moins mélangée de matières vitreuses : il ne s'agiroit donc que de purger cette matte de toutes les parties hétérogènes, et l'on auroit du fer pur; mais comme cette séparation des parties hétérogènes ne peut se faire complétement par le feu du fourneau, et qu'elle exige de plus le travail de l'homme et la percussion du marteau, tout ce que l'on peut obtenir par le régime du feu le mieux conduit, le plus long-temps soutenu, est une fonte en régule encore plus épurée que celle dont je viens de parler. Il faut pour cela briser en morceaux cette premiere fonte, et la faire refondre. Le produit de cette seconde fusion sera du régule, qui est une matière mitoyenne entre la fonte et le fer. Ce régule approche de l'état de métallisation : il est un peu ductile, ou du moins il n'est ni cassant, ni aigre, ni poreux, comme la fonte ordinaire; il est au contraire très-dense, très-compacte, très-résistant, et par conséquent très-propre à faire de bons canons.

C'est aussi le parti que l'on vient de prendre pour les canons de notre marine. On casse en morceaux les vieux canons ou les gueuses de fonte, on les refond dans des fourneaux d'aspiration à réverbère : la fonte s'épure et se convertit en régule par cette seconde fusion. On a confié la direction de ce travail à M. Wilkinson, habile artiste anglois, qui a très-bien réussi. Quelques autres artistes françois ont suivi la même méthode avec succès, et je suis persuadé qu'on aura dorénavant d'excellens canons, pourvu qu'on ne s'obstine pas à les tourner; car je ne puis être de l'avis de M. le vicomte de Morogues[1], dont néanmoins je respecte les lumières, et je pense qu'en enlevant par le tour l'écorce du canon, on lui ôte sa cuirasse, c'est-à-dire la partie la plus dure et la plus résistante de toute sa masse[2].

cubiques de fonte de quatre pouces, c'est-à-dire de soixante-quatre pouces cubes, tous également tirés du milieu des gueuses, et ensuite ajustés par la mine à ces dimensions. M. Brisson, dans sa table des pesanteurs spécifiques, donne cinq cent quatre livres sept onces six gros de poids à un pied cube de fonte, cinq cent quarante-cinq livres deux onces quatre gros au fer forgé, et cinq cent quarante-sept livres quatre onces à l'acier.

1. Voyez la note précédente

2. Voici ce que m'a écrit à ce sujet M. de La Belouze, conseiller au parlement de Paris, qui a fait des expériences et des travaux très-utiles dans ses forges du Nivernois : « Vous regardez, monsieur, comme fait certain, que la fonte la plus dense est la meilleure pour faire des canons ; j'ai hésité long-temps sur cette vérité, et j'avois pensé d'abord que la fonte première, comme étant plus légère, et conséquemment plus élastique, cédant plus facilement à l'impulsion de la poudre, devroit être moins sujette à casser que la fonte seconde, c'est-à-dire la fonte refondue qui est beaucoup plus pesante.

« Je n'ai décidé le sieur Frerot à les faire de fonte refondue, que parce qu'en Angleterre on ne les fait que de cette façon ; cependant en France on ne les fond que de fonte première.... La fonte refondue est beaucoup plus pesante; car elle pèse cinq cent vingt à cinq cent trente livres, au lieu que l'autre ne pèse que cinq cents livres le pied cube....

« Vous avez grande raison, monsieur, de dire qu'il ne faut pas tourner les canons.... La partie extérieure des canons, c'est-à-dire l'enveloppe, est toujours la plus dure, et ne se fond jamais au fourneau de réverbère ; et sans le ringard on retireroit presque les pièces figurées comme elles étoient lorsqu'on les a mises au fourneau. Cette enveloppe se convertit presque toute en fer à l'affinerie ; car avec onze cents ou onze cent cinquante livres de fonte on fait un millier de très-bon fer.... tandis qu'il faut quatorze cents ou quinze cents livres de notre fonte première pour avoir un millier de fer....

« Vous désireriez, monsieur, qu'on pût couler les canons avec la fonte d'un seul fourneau ; mais le poids en est trop considérable, et je ne crois pas que le sieur Wilkinson les coule à Indret avec le jet d'un seul fourneau, surtout pour les canons de vingt-quatre. Le sieur Frerot ne coule que des

Cette fonte refondue, ou ce régule de fer, pèse plus de cinq cent trente livres le pied cube; et comme le fer forgé pèse cinq cent quarante-cinq ou cinq cent quarante-six livres, et que la meilleure fonte ne pèse que cinq cent douze, on voit que le régule est dans l'état intermédiaire et moyen entre la fonte et le fer. On peut donc être assuré que les canons faits avec ce régule non seulement résisteront à l'effort des charges ordinaires, mais qu'ayant en même temps un peu de ductilité, ils se fendront au lieu d'éclater à de trop fortes charges.

On doit préférer ces nouveaux fourneaux d'aspiration à nos fourneaux ordinaires, parce qu'il ne seroit pas possible de refondre la fonte en gros morceaux dans ces derniers, et qu'il y a un grand avantage à se servir des premiers, que l'on peut placer où l'on veut, et sur des plans élevés, où l'on a la facilité de creuser des fosses profondes pour établir le moule du canon sans craindre l'humidité; d'ailleurs il est plus court et plus facile de réduire la fonte en régule par une seconde fusion que par un tres-long séjour dans le creuset des hauts fourneaux : ainsi l'on a très-bien fait d'adopter cette méthode pour fondre les pieces d'artillerie de notre marine [1].

La fonte épurée autant qu'elle peut l'être dans un creuset, ou refondue une seconde fois, devient donc un régule qui fait la nuance ou l'état mitoyen entre la fonte et le fer : ce régule, dans sa première fusion, coule à peu pres comme la fonte ordinaire; mais lorsqu'il est une fois refroidi, il devient presque aussi infusible que le fer. Le feu des volcans a quelquefois formé de ces régules de fer, et c'est ce que les minéralogistes ont appelé mal à propos *fer natif*; car, comme nous l'avons dit, le fer de nature est toujours mêlé de matieres vitreuses, et n'existe que dans les roches ferrugineuses produites par le feu primitif.

La fonte de fer tenue tres-long-temps dans le creuset, sans être agitée et remuée de temps en temps, forme quelquefois des boursouflures ou cavités dans son intérieur, où la matière se cristallise [2]. M. de Grignon est le premier qui ait observé ces cristallisations du régule de fer, et l'on a reconnu depuis que tous les métaux et les régules des demi-métaux se cristallisoient de même à un feu bien dirigé et assez long-temps soutenu, en sorte qu'on ne peut plus douter que la cristallisation, prise généralement, ne puisse s'opérer par l'élément du feu comme par celui de l'eau.

Le fer est, de tous les métaux, celui dont l'état varie le plus; tous les fluides, à l'exception du mercure, l'attaquent et le rongent; l'air sec produit à sa surface une rouille légère, qui, en se durcissant, fait l'effet d'un vernis impénétrable et assez ressemblant au vernis des bronzes antiques; l'air humide forme une rouille plus forte et plus profonde, de couleur d'ocre; l'eau produit avec le temps, sur le fer qu'on y laisse plongé, une rouille noire et légere. Toutes les substances salines font de grandes impressions sur ce métal, et le convertissent en rouille : le soufre fait fondre en un instant le fer rouge de feu, et le change en pyrite. Enfin l'action du feu détruit le fer, ou du moins l'altere, dès qu'il a pris sa parfaite métallisation : un feu tres-véhément le vitrifie; un feu moins violent, mais long-temps continué, le réduit en colcotar pulvérulent; et lorsque le feu est à un moin-

canons de dix-huit avec le jet de deux fourneaux de pareille grandeur et dans la même exposition; il coule avec un seul fourneau les canons de douze : mais il a toujours un fourneau près de la fonte, duquel il peut se servir pour achever le canon, et le surplus de la fonte du second fourneau s'emploie à couler de petits canons; on ne fait pour cela que détourner le jet lorsque le plus gros canon est coulé. »

1. La fonderie royale que le ministre de la marine vient de faire etablir près de Nantes en Bretagne démontre la supériorité de cette méthode sur toutes celles qui étoient en usage auparavant, et qui étoient sujettes aux inconvéniens dont nous venons de faire mention.

2. J'ai fait un essai sur la cristallisation de la fonte de fer, que je crois devoir rapporter ici. Cet essai a été fait, dans un très-grand creuset de molybdène, sur une masse d'environ deux cent cinquante livres de fonte : on avoit pratiqué vers le bas de ce creuset un trou de huit à neuf lignes de diamètre, que l'on avoit ensuite bouché avec de la terre de coupelle : ce creuset fut placé sur une grille et entouré au bas de charbons ardens, tandis que la partie supérieure étoit défendue de la chaleur par une table circulaire de briques; on remplit ensuite le creuset de fonte liquide; et quand la surface supérieure de cette fonte, qui étoit exposée à l'air, eut pris de la consistance, on ouvrit promptement le bas du creuset : il coula d'un seul jet plus de moitié de la fonte encore rouge, et qui laissa une grande cavité dans l'intérieur de toute la masse. Cette cavité se trouva hérissée de très-petits cristaux dans lesquels on distinguoit, à la loupe, des faces disposées en octaèdres; mais la plupart étoient comme des tremies creuses, puisqu'avec une barbe de plume elles se détachoient et tomboient en petits feuillets comme les mines de fer micacées; ce qui néanmoins est éloigné des belles cristallisations de M. de Grignon, et annonce que, dans cette opération, le refroidissement fut encore trop prompt; car, il est bon de le répeter, ce n'est que par un refroidissement très-lent que la fonte en fusion peut prendre une forme cristallisée

dre degré, il ne laisse pas d'attaquer à la longue la substance du fer, et en réduit la surface en lames minces et en écailles. La fonte de fer est également susceptible de destruction par les mêmes élémens; cependant l'eau n'a pas autant d'action sur la fonte que sur le fer, et les plus mauvaises fontes, c'est-à-dire celles qui contiennent le plus de parties vitreuses, sont celles sur lesquelles l'air humide et l'eau font le moins d'impression.

Après avoir exposé les différentes qualités de la fonte de fer, et les différentes altérations que la seule action du feu peut lui faire subir jusqu'à sa destruction, il faut reprendre cette fonte au point où notre art la convertit en une nouvelle matière que la nature ne nous offre nulle part sous cette forme, c'est-à-dire en fer et en acier, qui, de toutes les substances métalliques, sont les plus difficiles à traiter, et doivent pour ainsi dire toutes leurs qualités à la main et au travail de l'homme : mais ce sont aussi les matières qui, comme par dédommagement, lui sont plus utiles et plus nécessaires que tous les autres métaux, dont les plus précieux n'ont de valeur que par nos conventions, puisque les hommes qui ignorent cette valeur de convention donnent volontiers un morceau d'or pour un clou. En effet, si l'on estime les matières par leur utilité physique, le sauvage a raison; et si nous les estimons par le travail qu'elles coûtent, nous trouverons encore qu'il n'a pas moins raison. Que de difficultés à vaincre! que de problèmes à résoudre! combien d'arts accumulés les uns sur les autres ne faut-il pas pour faire ce clou ou cette épingle dont nous faisons si peu de cas! D'abord, de toutes les substances métalliques, la mine de fer est la plus difficile à fondre[1] : il s'est passé bien des siècles avant qu'on en ait trouvé les moyens. On sait que les Péruviens et les Mexicains n'avoient en ouvrages travaillés que de l'or, de l'argent, du cuivre, et point de fer; on sait que les armes des anciens peuples de l'Asie n'étoient que de cuivre, et tous les auteurs s'accordent à donner l'importante découverte de la fusion de la mine de fer aux habitans de l'île de Crète, qui, les premiers, parvinrent aussi à forger le fer dans les cavernes du mont Ida, quatorze cents ans environ avant l'ère chrétienne. Il faut en effet un feu violent et en grand volume pour fondre la mine de fer et la faire couler en lingots, et il faut un second feu tout aussi violent pour ramollir cette fonte; il faut en même temps la travailler avec des ringards de fer avant de la porter sous le marteau pour la forger et en faire du fer; en sorte qu'on n'imagine pas trop comment ces Crétois, premiers inventeurs du fer forgé, ont pu travailler leurs fontes puisqu'ils n'avoient pas encore d'outils de fer. Il est à croire qu'après avoir ramolli les fontes au feu, ils les ont de suite portées sous le marteau, où elles n'auront d'abord donné qu'un fer très impur, dont ils auront fabriqué leurs premiers instrumens ou ringards, et qu'ayant ensuite travaillé la fonte avec ces instrumens, ils seront parvenus peu à peu au point de fabriquer du vrai fer : je dis peu à peu; car, lorsque après ces difficultés vaincues on a forgé cette barre de fer, ne faut-il pas ensuite la ramollir encore au feu pour la couper sous des tranchans d'acier et la séparer en petites verges? ce qui suppose d'autres machines, d'autres fourneaux; puis enfin un art particulier pour réduire ces verges en clous, et un plus grand art si l'on veut en faire des épingles. Que de temps, que de travaux successifs ce petit exposé ne nous offre-t-il pas! Le cuivre, qui, de tous les métaux après le fer, est le plus difficile à traiter, n'exige pas à beaucoup près autant de travaux et de machines combinées : comme plus ductile et plus souple, il se prête à toutes les formes qu'on veut lui donner; mais on sera toujours étonné que d'une terre métallique, dont on ne peut faire avec le feu le plus violent qu'une fonte aigre et cassante, on soit parvenu, à force d'autres feux et de machines appropriées, à tirer et réduire en fils déliés cette matière revêche, qui ne devient métal et ne prend de la ductilité que sous les efforts de nos mains.

Parcourons, sans trop nous arrêter, la suite des opérations qu'exigent ces travaux. Nous avons indiqué ceux de la fusion des mines : on coule la fonte en gros lingots ou gueuses dans un sillon de quinze à vingt pieds de longueur sur sept à huit pouces de profondeur, et ordinairement on les laisse

1. Il y a quelques mines de cuivre pyriteuses qui sont encore plus longues à traiter que la mine de fer; il faut neuf ou dix grillages préparatoires à ces mines de cuivre pyriteuses, avant de les réduire en *mattes*, et faire subir à cette matte l'action successive de trois, quatre, et cinq feux avant d'obtenir du cuivre noir; enfin il faut encore fondre et purifier ce cuivre noir, avant qu'il devienne cuivre rouge, et tel qu'on puisse le verser dans le commerce : ainsi certaines mines de cuivre exigent encore plus de travail que les mines de fer pour être réduites en métal; mais ensuite le cuivre se prête bien plus aisément que le fer à toutes les formes qu'on veut lui donner.

se coaguler et se refroidir dans cette espèce de moule, qu'on a soin d'humecter auparavant avec de l'eau; les surfaces inférieures du lingot prennent une trempe par cette humidité, et sa surface supérieure se trempe aussi par l'impression de l'air. La matiere en fusion demeure donc encore liquide dans l'intérieur du lingot, tandis que les faces extérieures ont déjà pris de la solidité par le refroidissement : l'effort de cette chaleur, beaucoup plus forte en dedans et au centre qu'à la circonférence du lingot, le force à se courber, surtout s'il est couleur blanche; et cette courbure se fait dans le sens qui a le moins de résistance, c'est-à-dire en haut, parce que la résistance est moindre qu'en bas et vers les côtés. On peut voir dans mes mémoires[1] combien de temps la matière reste liquide à l'intérieur apres que les surfaces se sont consolidées.

D'ordinaire on laisse la gueuse ou lingot se refroidir au moule pendant six ou sept heures, apres quoi on l'enleve, et on est obligé de le faire peser pour payer un droit tres-onéreux d environ six livres quinze sous par millier de fonte; ce qui fait plus de dix livres par chaque millier de fer : c'est le double du salaire de l'ouvrier, auquel on ne donne que cinq livres pour la façon d'un millier de fer; et d'ailleurs ce droit que l'on perçoit sur les fontes cause encore une perte réelle et une grande gène par la nécessité où l'on est de laisser refroidir le lingot pour le peser, ce que l'on ne peut faire tant qu'il est rouge de feu; au lieu qu'en le tirant du moule au moment qu'il est consolidé, en le mettant sur des rouleaux de pierre pour entrer encore rouge au feu de l'affinerie, on épargneroit tout le charbon que l'on consomme pour le réchauffer à ce point lorsqu'il est refroidi. Or un impôt qui non seulement greve une propriété d'industrie qui devroit être libre, telle que celle d'un fourneau, mais qui gêne encore le progres de l'art, et force en même temps à consommer plus de matiere combustible qu'il ne seroit nécessaire; cet impôt, dis-je, a-t-il été bien assis, et doit il subsister sous une administration éclairée?

Apres avoir tiré du moule le lingot refroidi, on le fait entrer, par une de ses extrémités, dans le feu de l'affinerie, où il se ramollit peu à peu, et tombe ensuite par morceaux, que le forgeron réunit et pétrit avec des ringards, pour en faire une loupe de soixante à quatre-vingts livres de poids: dans ce travail la matière s'épure et laisse couler des scories par le fond du foyer. Enfin, lorsqu'elle est assez pétrie, assez maniée, et chauffée jusqu'au blanc, on la tire du feu de l'affinerie avec de grandes tenailles, et on la jette sur le sol pour la frapper de quelques coups de masse, et en séparer, par cette premiere percussion, les scories qui souvent s'attachent à sa surface, et en même temps pour en rapprocher toutes les parties inférieures, et les préparer à recevoir la percussion plus forte du gros marteau, sans se détacher ni se séparer: après quoi on porte avec les mêmes tenailles cette loupe sous un marteau de sept à huit cents livres pesant, et qui peut frapper jusqu'à cent dix et cent vingt coups par minute, mais dont on ménage le mouvement pour cette première fois, où il ne faut que comprimer la masse de la loupe par des coups assez lents : car, dès qu'elle a perdu son feu vif et blanc, on la reporte au foyer de l'affinerie pour lui donner une seconde chaude; elle s'y épure encore, et laisse couler de nouveau quelques scories; et lorsqu'elle est une seconde fois chauffée à blanc, on la porte de même du foyer sur l'enclume et on donne au marteau un mouvement de plus en plus accéléré, pour étendre cette pièce de fer en une barre ou bande, qu'on ne peut achever que par une troisième, quatrieme et quelquefois une cinquième chaude. Cette percussion du marteau purifie la fonte en faisant sortir au dehors les matières étrangeres dont elle étoit encore mêlée, et elle rapproche en même temps, par une forte compression, toutes les parties du métal, qui, quand il est pur et bien traité, se présente en fibres nerveuses toutes dirigées dans le sens de la longueur de la barre, mais qui n'offre au contraire que de gros grains ou des lames à facettes, lorsqu'il n'a pas été assez épuré, soit au fourneau de fusion, soit au foyer de l'affinerie; et c'est par ces caractères très-simples que l'on peut toujours distinguer les bons fers des mauvais en les faisant casser; ceux ci se brisent au premier coup de masse, tandis qu'il en faut plus de cent pour casser une pareille bande de fer nerveux, et que souvent même il faut l'entamer avec un ciseau d'acier pour la rompre.

Le fer une fois forgé devient d'autant plus difficile à refondre qu'il est plus pur et en plus gros volume; car on peut aisément faire fondre les vieilles ferrailles réduites en plaques minces ou en petits morceaux. Il en est de même de la limaille ou

[1]. Voyez le neuvième Mémoire, t. I, p. 179.

des écailles de fer; on peut en faire d'excellent fer, soit pour le tirer en fil d'archal, soit pour en faire des canons de fusil, ainsi qu'on le pratique depuis long-temps en Espagne. Comme c'est un des emplois du fer qui demande le plus de précaution, et que l'on n'est pas d'accord sur la qualité des fers qu'il faut préférer pour faire de bons canons de fusil, j'ai tâché de prendre sur cela des connoissances exactes, et j'ai prié M. de Montbeillard, lieutenant-colonel d'artillerie, et inspecteur des armes à Charleville et Maubeuge, de me communiquer ce que sa longue expérience lui avoit appris à ce sujet. On verra dans la note ci-dessous [1] que les canons de fusil ne doivent pas être faits, comme on pourroit l'imaginer, avec du fer qui auroit acquis toute sa perfection, mais seulement avec du fer qui puisse encore en acquérir par le feu qu'il doit subir pour prendre la forme d'un canon de fusil.

Mais revenons au fer qui vient d'être forgé, et qu'on veut préparer pour d'autres usages encore plus communs : si on le destine à être fendu dans sa longueur pour en faire des clous et autres menus ouvrages, il faut que les bandes n'aient que de cinq à huit lignes d'épaisseur sur vingt-cinq à trente de largeur ; on met ces bandes de fer dans un fourneau de réverbère qu'on chauffe au feu de bois : et lorsqu'elles ont acquis un rouge vif de feu, on les tire du fourneau et on les fait passer, les unes après les autres, sous les *espatards* ou cylindres pour les aplatir, et ensuite sous des taillans d'acier, pour les fendre en longues verges carrées de trois, cinq, et six lignes de grosseur. Il se fait une prodigieuse consommation de ce fer en verge, et il y a plusieurs forges en France où l'on en fait annuellement quel-

1. Le fer qui passe pour le plus excellent, c'est-à-dire d'une belle couleur blanche tirant sur le gris, entièrement composé de nerfs ou de couches horizontales, sans mélange de grains, est de tous les fers celui qui convient le moins : observons d'abord qu'on chauffe la barre à blanc pour en faire la macquette, qui est chauffée à son tour pour faire la lame à canon ; cette lame est ensuite roulée dans sa longueur, et chauffée blanche à chaque pouce et demi deux ou trois fois, et souvent plus, pour souder le canon : que peut il résulter de toutes ces chaudes ainsi multipliées sur chaque point, et qui sont indispensables ? Nous avons supposé le fer parfait et tout de nerf; s'il est parfait, il n'a plus rien à gagner, et l'action d'un feu aussi violent ne peut que lui faire perdre de sa qualité, qu'il ne reprend jamais en entier, malgré le recuit qu'on lui donne. Je conçois donc que le feu, dirigé par le vent des soufflets, coupe les nerfs en travers, qui deviennent des grains d'une espèce d'autant plus mauvaise que le fer a été chauffé blanc plus souvent, et par conséquent plus desséché : j'ai fait quelques expériences qui confirment bien cette opinion. Ayant fait tirer plusieurs lames à canon du carré provenu de la loupe à l'affinerie, et les ayant cassées à froid, je les trouvai toutes de nerf et de la plus belle couleur : je fis faire un morceau de barre à la suite du même lopin, duquel je fis faire des lames à canon qui, cassées à froid, se trouvèrent mi-parties de nerfs et de grains ; ayant fait tirer une barre du reste du carré, je la pliai à un bout et la corroyai ; et en ayant fait faire des macquettes et ensuite des lames, elles ne présentèrent plus que des grains à leur fracture et d'une qualité médiocre....

Étant aux forges de Mouzon, je fis faire une macquette et une lame au bout d'une barre de fer, presque toute d'un bon grain avec très-peu de nerf: l'extrémité de la lame cassée à froid a paru mêlée de beaucoup de nerf, et le canon qui en a été fabriqué a plié comme de la baleine; on ne l'a cassé qu'à l'aide du ciselet et avec la plus grande difficulté : la fracture étoit toute de nerf.

Ayant vu un canon qui cassa comme du verre en le frappant sur une enclume, et qui montroit en totalité de très-gros et vilains grains sans aucune partie de nerf, on m'a présenté la barre avec laquelle la macquette et la lame qui avoient produit ce canon avoient été faites, laquelle étoit entièrement de très-beau nerf; on a tiré une macquette au bout de cette barre sans la plier et corroyer, laquelle s'est trouvée de nerf avec un peu de grain ; ayant plié et corroyé le reste de cette barre dont on fit une macquette, elle a montré moins de nerf et plus de grains que celle qui n'avoit pas été corroyée. Suivons cette opération : la barre étoit toute de nerf; la macquette tirée au bout sans la doubler avoit déjà un peu de grains ; celle tirée de la même barre pliée et corroyée avoit encore plus de grains, et enfin un canon provenant de cette barre pliée et corroyée étoit tout de grains larges et brillans comme le mauvais fer, et elle a cassé comme du verre. Néanmoins je ne prétends pas conclure de ce que je viens d'avancer, qu'on doit préférer pour la fabrication des canons de fusil le fer aigre et cassant ; je suis bien loin de le penser : mais je crois pouvoir assurer, d'après un usage journalier et constant, que le fer le plus propre à cette fabrication est celui qui présente, en le cassant à froid, le tiers ou la moitié de nerf, et les deux autres tiers ou la moitié de grains d'une bonne espèce, petits, sans ressembler à ceux de l'acier, et blancs en tirant sur le gris ; la partie nerveuse se détruit ou s'altère aux différens feux successifs que le fer essuie sur chaque point, et la partie de grain devient nerveuse en s'étendant sous le marteau, et remplace l'autre.

Les axes du fer qui supportent nos meules de grès, pesant sept à huit milliers, étant faits de différentes mises rapportées et soudées les unes d'après les autres, on a grand soin de mélanger, pour les fabriquer, des fers de grains et de nerf : si on n'employoit que celui de nerf, il n'y a point d'axe qui ne cassât.

Le canon de fusil qui résulte du fer ainsi miparti de grains et de nerf est excellent, et résistera à de très-vives épreuves... Si on a des ouvrages à faire avec du fer préparé en échantillon, de manière que quelques chaudes douces suffisent pour fabriquer la pièce, le fer de nerf doit être préféré à tous les autres, parce qu'on ne risque pas de l'altérer par des chaudes vives et répétées qui sont nécessaires pour souder. (*Note communiquée par M. de Montbeillard, lieutenant-colonel d'artillerie.*)

ques centaines de milliers. On préfère pour le feu de ce fourneau ou four de fenderie les bois blancs et mous aux bois de chêne et autres bois durs, parce que la flamme en est plus douce, et que le bois de chêne contient de l'acide qui ne laisse pas d'altérer un peu la qualité du fer : c'est par cette raison qu'on doit, autant qu'on le peut, n'employer le charbon de chêne qu'au fourneau de fusion, et garder les charbons de bois blanc pour les affineries et pour les fours de fenderie et de batterie; car la cuisson du bois de chêne en charbon ne lui enleve pas l'acide dont il est chargé; et en général le feu du bois radoucit l'aigreur du fer, et lui donne plus de souplesse et un peu plus de ductilité qu'il n'en avoit au sortir de l'affinerie dont le feu n'est entretenu que par du charbon. L'on peut faire passer à la fenderie des fers de toute qualité : ceux qui sont les plus aigres servent à faire de petits clous à latte qui ne plient pas, et qui doivent être plutôt cassans que souples; les verges de fer doux sont pour les clous des maréchaux, et peuvent être passées par la filiere pour faire du gros fil de fer, des anses de chaudière, etc.

Si l'on destine les bandes de fer forgé à faire de la tôle, on les fait de même passer au feu de la fenderie; et au lieu de les fendre sur leur longueur on les coupe en travers dès qu'elles sont ramollies par le feu; ensuite on porte ces morceaux coupés sous le martinet pour les élargir; apres quoi on les met dans le fourneau de la batterie, qui est aussi de réverbère, mais qui est plus large et moins long que celui de la fenderie, et que l'on chauffe de même avec du bois blanc; on y laisse chauffer ces morceaux de fer, et on les en tire en les mettant les uns sur les autres pour les élargir encore en les battant à plusieurs fois sous un gros marteau, jusqu'à les réduire en feuillets d'une demi-ligne d'épaisseur; il faut pour cela du fer doux. J'ai fait de la tres-bonne tôle avec de vieilles ferrailles; néanmoins le fer ordinaire, pourvu qu'il soit nerveux, bien *sué*, et sans pailles, donnera aussi de la bonne tôle en la faisant au feu de bois, au lieu qu'au feu de charbon ce même fer ne donneroit que de la tôle cassante.

Il faut aussi du fer doux et nerveux pour faire au martinet du fer de cinq ou six lignes, bien carré, qu'on nomme du *carillon*, et des verges ou tringles rondes du même diamètre. J'ai fait établir deux de ces martinets, dont l'un frappe trois cent douze coups par minute; cette grande rapidité est doublement avantageuse, tant par l'épargne du combustible et la célérité du travail que par la perfection qu'elle donne à ces fers.

Enfin il faut un fer de la meilleure qualité, et qui soit en même temps très-ferme et très-ductile, pour faire du fil de fer; et il y a quelques forges en Lorraine, Franche-Comté, etc., où le fer est assez bon pour qu'il puisse passer successivement par toutes les filieres, depuis deux lignes de diametre jusqu'à la plus étroite, au sortir de laquelle le fil de fer est aussi fin que du crin. En général, le fer qu'on destine à la filière doit être tout de nerf et ductile dans toutes ses parties; il doit être bien *sué*, sans pailles, sans soufflures, et sans grains apparens. J'ai fait venir des ouvriers de la Lorraine allemande pour en faire a mes forges, afin de connoître la différence du travail et la pratique nécessaire pour forger ce fer de filerie: elle consiste principalement à purifier la loupe au feu de l'affinerie deux fois au lieu d'une, à donner à la piece une chaude ou deux de plus qu'à l'ordinaire, et à n'employer dans tout le travail qu'une petite quantité de charbon à la fois, réitérée souvent, et enfin à ne forger des barreaux que de douze ou treize lignes en carré, en les faisant suer à blanc à chaque chaude. J'ai eu, par ces procédés, des fers que j'ai envoyés à différentes fileries où ils ont été tirés en fil de fer avec succès.

Il faut aussi du fer de très-bonne qualité pour faire la tôle mince dont on fait le fer-blanc : nous n'avons encore en France que quatre manufactures en ce genre, dont celle de Bains en Lorraine est la plus considérable [1]. On sait que c'est en étamant la tôle, c'est-à-dire en la recouvrant d'étain, que l'on fait le fer-blanc : il faut que l'étoffe de cette tôle soit homogène et tres-souple, pour qu'elle puisse se plier et se rouler sans se fendre ni se gercer, quelque mince qu'elle soit. Pour arriver à ce point, on commence par faire de la tôle à la maniere ordinaire, et on la bat successivement sous le marteau, en mettant les feuilles en *doublons* les unes sur les autres jusqu'au nombre de soixante-quatre; et lorsqu'on est parvenu à rendre ces feuilles assez minces, on les coupe avec de grands ciseaux pour les séparer, les ébar

1. Il s'en étoit élevé une à Morambert en Franche-Comté, qui n'a pu se soutenir, parce que les fermiers généraux n'ont pas voulu se relâcher sur aucun des droits auxquels cette manufacture étoit assujettie comme étant établie dans une province réputée étrangère.

ber, et les rendre carrées ; ensuite on plonge ces feuilles une à une dans les eaux *sures* ou aigres pour les *décaper*, c'est-à-dire pour leur enlever la petite couche noirâtre dont se couvre le fer chaque fois qu'il est soumis à l'action du feu, et qui empêcheroit l'étain de s'attacher au fer. Ces eaux aigres se font au moyen d'une certaine quantité de farine de seigle et d'un peu d'alun qu'on y mêle; elles enlèvent cette couche noire du fer; et lorsque les feuilles sont bien nettoyées, on les plonge verticalement dans un bain d'étain fondu et mêlé d'un peu de cuivre : il faut auparavant recouvrir le bain de cet étain fondu avec une couche épaisse de suif ou de graisse, pour empêcher la surface de l'étain de se réduire en chaux. Cette graisse prépare aussi les surfaces du fer à bien recevoir l'étain, et on en retire la feuille presque immédiatement après l'avoir plongée, pour laisser égoutter l'étain superflu ; apres quoi on la frotte avec du son sec, afin de la degraisser; et enfin il ne reste plus qu'à dresser ces feuilles de fer étamées avec des maillets de bois, parce qu'elles se sont courbées et voilées par la chaleur de l'étain fondu.

On ne croiroit pas que le fer le plus souple et le plus ductile fût en même temps celui qui se trouve le plus propre pour être converti en acier, qui, comme l'on sait, est d'autant plus cassant qu'il est plus parfait; néanmoins l'étoffe du fer dont on veut faire de l'acier par cémentation doit être la même que celle du fer de filerie, et l'opération par laquelle on le convertit en acier ne fait que hacher les fibres nerveuses de ce fer, et lui donner encore un plus grand degré de pureté, en même temps qu'il se pénetre et se charge de la matière du feu qui s'y fixe. Je m'en suis assuré par ma propre expérience; j'ai fait établir pour cela un grand fourneau d'aspiration, et d'autres plus petits, afin de ménager la dépense de mes essais, et j'ai obtenu des aciers de bonne qualité, que quelques ouvriers de Paris ont pris pour de l'acier d'Angleterre : mais j'ai constamment observé qu'on ne réussissoit qu'autant que le fer étoit pur, et que, pour être assuré d'un succès constant, il falloit n'employer que des fers de la plus excellente qualité, ou des fers rendus tels par un travail approprié; car les fers ordinaires, même les meilleurs de ceux qui sont dans le commerce, ne sont pas d'une qualité assez parfaite pour être convertis par la cémentation en bon acier; et si l'on veut ne faire que de l'acier commun, l'on n'a pas besoin de recourir à la cémentation; car, au lieu d'employer du fer forgé, on obtiendra de l'acier comme on obtient du fer avec la seule fonte, et seulement en variant les procédés du travail, et les multipliant à l'affinerie et au marteau.

On doit donc distinguer des aciers de deux sortes : le premier qui se fait avec la fonte de fer ou avec le fer même, et sans cémentation; le second que l'on fait avec le fer, en employant un cément : tous deux se détériorent également et perdent leur qualité par des chaudes réitérées; et la pratique par laquelle on a cru remédier à ce défaut, en donnant à chaque morceau de fer la forme de la piece qu'on veut convertir en acier, a elle-même son inconvénient, car celles de ces pieces, comme sabres, couteaux, rasoirs, etc., qui sont plus minces dans le tranchant que dans le dos, seront trop acier dans la partie mince, et trop fer dans l'autre; et d'ailleurs les petites boursouflures qui s'élèvent à leur surface rendroient ces pièces défectueuses. Il faut de plus que l'acier cémenté soit corroyé, *sué*, et soudé, pour avoir de la force et du corps; en sorte que ce procédé, de forger les pieces avant de les mettre dans le cément, ne peut convenir que pour les morceaux épais dont on ne veut convertir que la surface en acier.

Pour faire de l'acier avec la fonte de fer, il faut commencer par rendre cette fonte aussi pure qu'il est possible avant de la tirer du fourneau de fusion; et pour cela, si l'on met huit mesures de mine pour faire de la fonte ordinaire, il n'en faudra mettre que six par charge sur la même quantité de charbon, afin que la fonte en devienne meilleure. On pourra aussi la tenir plus long-temps en bain dans le creuset, c'est-à-dire quinze ou seize heures au lieu de douze; elle achèvera pendant ce temps de s'épurer : ensuite on la coulera en petites gueuses ou lingots; et pour la dépurer encore davantage, on fera fondre une seconde fois ce lingot dans le feu de l'affinerie : cette seconde fusion lui donnera la qualité nécessaire pour devenir du bon acier au moyen du travail suivant.

On remettra au feu de l'affinerie cette fonte épurée, pour en faire une loupe qu'on portera sous le marteau lorsqu'elle sera rougie à blanc; on la traitera comme le fer ordinaire, mais seulement sous un plus petit marteau, parce qu'il faut aussi que la loupe soit assez petite, c'est-à-dire de vingt-cinq à trente livres seulement; on en fera un bar-

reau carré de dix ou onze lignes au plus; et lorsqu'il sera forgé et refroidi, on le cassera en morceaux longs d'environ un pied, que l'on remettra au feu de l'affinerie, en les arrangeant en forme de grille, les uns sur les autres : ces petits barreaux se ramolliront par l'action du feu, et se souderont ensemble; l'on en fera une nouvelle loupe, que l'on travaillera comme la première, et qu'on portera de même sous le marteau pour en faire un nouveau barreau qui sera peut-être déjà de bon acier; et même, si la fonte a été bien épurée, on aura de l'acier assez bon dès la première fois : mais supposé que cette seconde fois l'on n'ait encore que du fer, ou du fer mêlé d'acier, il faudra casser de nouveau le barreau en morceaux, et en former une loupe au feu de l'affinerie, pour la porter ensuite au marteau, et obtenir enfin une barre de bon acier. On sent bien que le déchet doit être très-considérable, et d'ailleurs cette méthode de faire de l'acier ne réussit pas toujours; car il arrive assez souvent qu'en chauffant plusieurs fois ces petites barres on n'obtient pas de l'acier, mais seulement du fer nerveux : ainsi je ne conseillerois pas cette pratique, quoiqu'elle m'ait réussi, vu qu'elle doit être conduite fort délicatement, et qu'elle expose à des pertes. Celle que l'on suit en Carinthie, pour faire de même de l'acier par la seule dépuration de la fonte, est plus pure et même plus simple. On observe d'abord de faire une premiere fonte, la meilleure et la plus pure qu'il se peut : cette fonte est coulée en *floss*, c'est-à-dire en gâteaux d'environ six pieds de long sur un pied de large, et trois à quatre pouces d'épaisseur. Cette *floss* est portée et présentée par le bout à un feu animé par des soufflets, qui la fait fondre une seconde fois, et couler dans un creuset placé sous le foyer. Tout le fond de ce creuset est rempli de poudre de charbon bien battue; on en garnit de même les parois, et par dessus la fonte l'on jette du charbon et du laitier pour la couvrir. Après six heures de séjour dans le creuset [1], la fonte étant bien épurée de son laitier, on en prend une loupe d'environ cent quarante à cent cinquante livres, que l'on porte sous le marteau pour être divisée en deux ou trois *massets*, qui sont ensuite chauffés et *étirés* en barres, qui, quoique brutes, sont de bon acier, et qu'il ne faut que porter à la batterie pour y recevoir des chaudes successives, et être mises sous le martinet qui leur donne la forme. Il me paroît que le succès de cette opération tient essentiellement à ce que la fonte soit environnée d'une épaisseur de poudre de charbon, qui, de cette manière, produit une sorte de cémentation de la fonte, et la sature de feu fixe, tout comme les bandes de fer forgé en sont saturées dans la cémentation proprement dite, dont nous allons exposer les procédés.

Cette conversion du fer en acier au moyen de la cémentation a été tentée par nombre d'artistes, et réussit assez facilement dans de petits fourneaux de chimie; mais elle présente plusieurs difficultés lorsqu'on veut travailler en grand, et je ne sache pas que nous ayons en France d'autres fourneaux que celui de Néronville en Gâtinois, où l'on convertisse à la fois jusqu'à soixante-quinze et quatre-vingts milliers de fer en acier; et encore cet acier n'est peut-être pas aussi parfait que celui qu'on fait en Angleterre : c'est ce qui a déterminé le gouvernement à charger M. de Grignon de faire, dans mes forges et au fourneau de Néronville, des essais en grand, afin de connoître quelles sont les provinces du royaume dont les fers sont les plus propres pour être convertis en acier par la voie de la cémentation. Les résultats de ces expériences ont été imprimés dans le *Journal de Physique* du mois de septembre 1782; on en peut voir l'extrait dans la note ci-dessous [2] : et voici ce que ma propre ex-

1. Six pour la première *loupe*, et seulement cinq ou quatre pour les suivantes, le creuset étant plus embrasé.

2. En 1780, M. de Grignon fut chargé par le gouvernement de faire des expériences en grand pour déterminer quelles sont les provinces du royaume qui produisent les fers les plus propres à être convertis en acier par la cémentation. M. le comte de Buffon offrit ses forges et le grand fourneau qu'il avoit fait construire pour les mêmes opérations, et on y fit arriver des fers du comté de Foix, du Roussillon, du Dauphiné, de l'Alsace, de la Franche-Comté, des Trois-Évêchés, de Champagne, de Berri, de Suède, de Russie, et d'Espagne.

Tous ces fers furent réduits au même échantillon, et placés dans la caisse de cémentation; leur poids total étoit de quarante mille sept cent deux livres, et on les enveloppa de vingt-quatre pieds cubes de poudre de cémentation : on mit ensuite le feu au fourneau, et on le soutint pendant cent cinquante-sept heures consécutives, dont trente-sept heures de petit feu, vingt-quatre de feu médiocre, et quatre-vingt-seize heures d'un feu si actif, qu'il fondit les briques du revêtement du fourneau, du diaphragme, des arceaux, et de la voûte supérieure où sont les tuyaux aspiratoires....

Lorsque le fourneau fut refroidi, et que le fer fut retiré de la caisse, on en constata le poids, qui se trouva augmenté de soixante-une livres : mais une partie de cette augmentation de poids provient de quelques parcelles de matières du cément, qui restent attachées à la surface des barres.

périence m'avoit fait connoître avant ces derniers essais.

J'ai fait chauffer au feu de bois, dans le fourneau de la fenderie, plusieurs bandes de mon fer de la meilleure qualité, et qui avoit été travaillé comme les barreaux qu'on envoyoit aux fileries pour y faire du fil de fer, et j'ai fait chauffer au même feu et en même temps d'autres bandes de fer moins épuré, et tel qu'il se vend dans mes forges pour le commerce; j'ai fait chauffer à chaud toutes ces bandes en morceaux longs de deux pieds, parce que la caisse de mon premier fourneau d'essais, où je voulois les placer pour les convertir en acier, n'avoit que deux pieds et demi de longueur sur dix-huit pouces de largeur et autant de hauteur. On commença par mettre sur le fond de la caisse une couche

M. de Grignon, pour constater précisément l'accroissement du poids acquis par la cémentation, soumit, dans une expérience subséquente, cinq cents livres de fer en barres bien décapé, et il fit écurer de même les barres au sortir de la cémentation pour enlever la matière charbonneuse qui s'y étoit attachée, et il se trouva six livres et demie d'excédant, qui ne peut être attribué qu'au principe qui convertit le fer en acier; principe qui augmente non seulement le poids du fer, mais encore le volume de dix lignes et demie par cent pouces de longueur des barres, indépendamment du soulèvement de l'étoffe du fer qui forme les ampoules que M. de Grignon attribue à l'air, et même à l'eau interposée dans le fer; et s'il étoit possible d'estimer le poids de cet air et de l'eau que la violente chaleur fait sortir du fer, le poids additionnel du principe qui se combine au fer dans sa conversion en acier se trouveroit encore plus considérable.

Le fourneau de Buffon, quoique très-solidement construit, s'étant trouvé détruit par la violence du feu, M. de Grignon prit le parti d'aller à la manufacture de Néronville faire une autre suite d'expériences qui lui donna les mêmes résultats qu'il avoit obtenus à Buffon.

Les différentes qualités des fers soumis à la cémentation ont éprouvé des modifications différentes et dépendantes de leur caractère particulier.

Le premier effet que l'on aperçoit est cette multitude d'ampoules qui s'élèvent sur les surfaces; cette quantité est d'autant plus grande, que l'étoffe du fer est plus désunie par des pailles, des gerçures, et des fentes.

Les fers les mieux étoffés, dont la pâte est pleine et homogène, sont moins sujets aux ampoules: ceux qui n'ont que l'apparence d'une belle fabrication, c'est-à-dire qui sont bien unis, bien sués au dehors, mais dont l'affinage primitif n'a pas bien lié la pâte, sont sujets à produire une très-grande quantité de bulles.

Les fers cémentés ne sont pas les seuls qui soient sujets aux ampoules; les tôles et les fers noirs préparés pour l'étamage sont souvent défectueux pour les mêmes causes.

La couleur bleue, plus ou moins forte, dont se couvrent les surfaces des barres de fer soumises à la cémentation, est l'effet d'une légère décomposition superficielle; plus cette couleur est intense, plus on a lieu de soupçonner l'acier de vivacité, c'est-à-dire de supersaturation: ce défaut s'annonce aussi par un son aigu que rend l'acier *poule* lorsqu'on le frappe; le son grave, au contraire, annonce dans l'acier des parties ferreuses, et le bon acier se connoît par un son soutenu, ondulant, et timbré.

Le fer cémenté, en passant à l'état d'acier, devient sonore, et devient aussi très-fragile, puisque l'acier poule ou boursouflé est plus fragile que l'acier corroyé et trempé, sans que le premier ait été refroidi par un passage subit du chaud au froid: le fer peut donc être rendu fragile par deux causes diamétralement opposées, qui sont le feu et l'eau; car le fer ne devient acier que par une supersaturation du feu fixe qui, en s'incorporant avec les molecules du fer, en coupe et rompt la fibre, et la convertit en grains plus ou moins fins; et c'est ce feu fixe, introduit dans le fer cémenté, qui en augmente le poids et le volume.

M. de Grignon observe que tous les défauts dont le fer est taché, et qui proviennent de la fabrication même ou du caractère des mines, ne sont point détruits par la cémentation; qu'au contraire ils ne deviennent que plus apparens; que c'est pour cette raison que si l'on veut obtenir du bon acier par la cémentation, il faut nécessairement choisir les meilleurs fers, les plus parfaits, tant par leur essence que par leur fabrication, puisque la cémentation ne purifie pas le fer, et ne lui enlève pas les corps hétérogènes dont il peut être allié ou par amalgame ou par interposition: l'acier, selon lui, n'est point un fer plus pur, mais seulement un fer supersaturé de feu fixe, et il y a autant d'aciers défectueux que de mauvais fers.

M. de Grignon observe les degrés de perfection des différens fers convertis en acier dans l'ordre suivant.

Les fers d'Alsace sont ceux de France qui produisent les aciers les plus fins pour la pâte; mais ces aciers ne sont pas si nets que ceux des fers de roche de Champagne, qui sont mieux fabriqués que ceux d'Alsace. Quoique les fers de Berri soient en général plus doux que ceux de Champagne et de Bourgogne, ils ont donné les aciers les moins nets, parce que leur étoffe n'est pas bien liée; et il a remarqué qu'en général les fers les plus doux à la lime, tels que ceux de Berri et de Suède, donnent des aciers beaucoup plus vifs que les fers fermes à la lime et au marteau, et que les derniers exigent une cémentation plus continuée et plus active. Il a reconnu que les fers de Sibérie donnoient un acier très-difficile à traiter, et defectueux par la desunion de son étoffe; que ceux d'Espagne donnent un acier propre à des ouvrages qui exigent un beau poli; et il conclut qu'on peut faire de très bon acier fin avec les fers de France, en soignant leur fabrication. Il désigne en même temps les provinces qui fournissent les fers qui sont les plus susceptibles de meilleur acier dans l'ordre suivant: Alsace, Champagne, Dauphiné, Limosin, Roussillon, comté de Foix, Franche-Comté, Lorraine, Berri, et Bourgogne.

Il seroit fort à désirer que le gouvernement donnât des encouragemens pour élever des manufactures d'acier dans ces différentes provinces, non seulement pour l'acier par la cémentation, mais aussi pour la fabrication des aciers naturels, qui sont à meilleur compte que les premiers, et d'un plus grand usage dans les arts, surtout dans les arts de première necessité.

de charbon en poudre de deux pouces d'épaisseur, sur laquelle on plaça une à une les petites bandes de fer de deux pieds de longueur, de manière qu'elles ne se touchoient pas, et qu'elles étoient séparées les unes des autres par un intervalle de plus d'un demi-pouce; on mit ensuite sur ces bandes une autre couche d'un pouce d'épaisseur de poudre de charbon, sur laquelle on posa de même d'autres bandes de fer, et ainsi alternativement des couches de charbon et des bandes de fer, jusqu'à ce que la caisse fût remplie, à trois pouces près, dans toute sa hauteur : on remplit ces trois derniers pouces vides, d'abord avec deux pouces de poudre de charbon, sur laquelle on amoncela, en forme de dôme, autant de poudre de grès qu'il pouvoit en tenir sur la caisse sans s'ébouler. Cette couverture de poudre de grès sert à préserver la poudre de charbon de l'atteinte et de la communication du feu. Il faut aussi avoir soin que les bandes de fer ne touchent, ni par les côtés ni par les extrémités, aux parois de la caisse, dont elles doivent être éloignées et séparées par une épaisseur de deux pouces de poudre de charbon. On a soin de pratiquer dans le milieu d'une des petites faces de la caisse une ouverture où l'on passe par le dehors une bande de huit ou dix pouces de longueur et de même épaisseur que les autres, pour servir d'indice ou d'éprouvette ; car en retirant cette bande de fer au bout de quelques jours de feu, on juge par son état de celui des autres bandes renfermées dans la caisse, et l'on voit, en examinant cette bande d'épreuve, à quel point est avancée la conversion du fer en acier.

Le fond et les quatre côtés de la caisse doivent être de grès pur ou de très-bonnes briques bien jointes et bien lutées avec de l'argile. Cette caisse porte sur une voûte de briques, sous laquelle s'étend la flamme d'un feu qu'on entretient continuellement sur un *tisar* à l'ouverture de cette voûte, le long de laquelle on pratique des tuyaux aspiratoires, de six pouces en six pouces, pour attirer la flamme et la faire circuler également tout autour de la caisse, au dessus de laquelle doit être une autre voûte où la flamme, après avoir circulé, est enfin emportée rapidement par d'autres tuyaux d'aspiration aboutissant à une grande et haute cheminée. Après avoir réussi à ces premiers essais, j'ai fait construire un grand fourneau de même forme, et qui a quatorze pieds de longueur sur neuf de largeur et huit de hauteur, avec deux *tisars* en fonte de fer, sur lesquels on met le bois, qui doit être bien sec, pour ne donner que de la flamme sans fumée. La voûte inférieure communique alentour de la caisse par vingt-quatre tuyaux aspiratoires, et la voûte supérieure communique à la grande cheminée par cinq autres tuyaux. Cette cheminée est élevée de trente pieds au dessus du fourneau, et elle porte sur de grosses gueuses de fonte. Cette construction démontre assez que c'est un grand fourneau d'aspiration où l'air, puissamment attiré par le feu, anime la flamme et la fait circuler avec la plus grande rapidité; on entretient ce feu sans interruption pendant cinq ou six jours, et dès le quatrième on tire l'éprouvette pour s'assurer de l'effet qu'il a produit sur les bandes de fer qui sont dans la caisse de cémentation : on reconnoîtra, tant aux petites boursouflures qu'à la cassure de cette bande d'épreuve, si le fer est près ou loin d'être converti en acier; et, d'après cette connoissance, l'on fera cesser ou continuer le feu ; et lorsqu'on jugera que la conversion est achevée, on laissera refroidir le fourneau; après quoi on fera une ouverture vis-à-vis le dessus de la caisse, et on en tirera les bandes de fer qu'on y avoit mises, et qui dès lors seront converties en acier.

En comparant ces bandes les unes avec les autres, j'ai remarqué : 1° que celles qui étoient de bon fer épuré avoient perdu toute apparence de nerf, et présentoient à leur cassure un grain très-fin d'acier, tandis que les bandes de fer commun conservoient encore de leur étoffe de fer, ou ne présentoient qu'un acier à gros grains; 2° qu'il y avoit à l'extérieur beaucoup plus et de plus grandes boursouflures sur les bandes de fer commun que sur celles de bon fer; 3° que les bandes voisines des parois des caisses n'étoient pas aussi bien converties en acier que les bandes situées au milieu de la caisse, et que de même les extrémités de toutes les bandes étoient de moins bon acier que les parties du milieu.

Le fer dans cet état, au sortir de la caisse de cémentation, s'appelle de l'*acier boursouflé* : il faut ensuite le chauffer très-doucement, et ne lui donner qu'un rouge couleur de cerise pour le porter sous le martinet et l'étendre en petits barreaux; car, pour peu qu'on le chauffe un peu trop, il s'éparpille, et l'on ne peut le forger. Il y a aussi des précautions à prendre pour le tremper. Mais j'excéderois les bornes que je me suis prescrites dans mes ouvrages sur l'histoire naturelle, si j'entrois dans de plus

grands détails sur les différens arts du travail du fer; peut-être même trouvera-t-on que je me suis déjà trop étendu sur l'objet du fer en particulier : je me bornerai donc aux instructions que l'on peut tirer de ce qui vient d'être dit.

Il me semble qu'on pourroit juger de la bonne ou mauvaise qualité du fer par l'effet de la cémentation; on sait que le fer le plus pur est aussi le plus dense, et que le bon acier l'est encore plus que le meilleur fer : ainsi l'acier doit être regardé comme du fer encore plus pur que le meilleur fer; l'un et l'autre ne sont que le même métal dans deux états différens, et l'acier est pour ainsi dire un fer plus métallique que le simple fer : il est certainement plus pesant, plus magnétique, d'une couleur plus foncée, d'un grain beaucoup plus fin et plus serré, et il devient à la trempe bien plus dur que le fer trempé; il prend aussi le poli le plus vif et le plus beau : cependant, malgré toutes ces différences, on peut ramener l'acier à son premier état de fer par des cémens dont on s'est servi pour le convertir en acier, c'est-à-dire en se servant de matieres absorbantes, telles que les substances calcaires, au lieu de matieres inflammables, telles que la poudre de charbon dont on s'est servi pour le cémenter.

Mais dans cette conversion du fer en acier, quels sont les élémens qui causent ce changement, et quelles sont les substances qui peuvent le subir? Indépendamment des matieres vitreuses, qui sans doute restent dans le fer en petite quantité, ne contient-il pas aussi des particules de zinc et d'autres matières hétérogenes? Le feu doit détruire ces molécules de zinc, ainsi que celles des matieres vitreuses, pendant la cémentation, et par conséquent elle doit achever de purifier le fer. Mais il y a quelque chose de plus, car, si le fer, dans cette opération qui change sa qualité, ne faisoit que perdre sans rien acquérir, s'il se délivroit en effet de toutes ses impuretés sans remplacement, sans acquisition d'autre matière, il deviendroit nécessairement plus léger : or je me suis assuré que ces bandes de fer, devenues acier par la cémentation, loin d'être plus légeres, sont spécifiquement plus pesantes, et que par conséquent elles acquièrent plus de matiere qu'elles n'en perdent; des lors quelle peut donc être cette matière, si ce n'est la substance même du feu qui se fixe dans l'intérieur du fer, et qui contribue encore plus que la bonne qualité ou la pureté du fer à l'essence de l'acier?

La trempe produit dans le fer et l'acier des changemens qui n'ont pas encore été assez observés : et quoiqu'on puisse ôter à tous deux l'impression de la trempe en les recuisant au feu, et les rendre à peu près tels qu'ils étoient avant d'avoir été trempés, il est pourtant vrai qu'en les trempant et les chauffant plusieurs fois de suite, on altère leur qualité. La trempe à l'eau froide rend le fer cassant; l'action du froid pénètre à l'intérieur, rompt et hache le nerf, et le convertit en grains. J'ai vu dans mes forges que les ouvriers, accoutumés à tremper dans l'eau la partie de la barre qu'ils viennent de forger, afin de la refroidir plus promptement, ayant, dans un temps de forte gelée, suivi leur habitude et trempé toutes leurs barres dans l'eau presque glacée, elles se trouvèrent cassantes au point d'être rebutées des marchands : la moitié de la barre qui n'avoit point été trempée étoit de bon fer nerveux, tandis que l'autre moitié, qui avoit été trempée à la glace, n'avoit plus de nerf et ne présentoit qu'un mauvais grain. Cette expérience est très-certaine, et ne fut que trop répétée chez moi; car il y eut plus de deux cents barres dont la seconde moitié étoit la seule bonne, et l'on fut obligé de casser toutes ces barres par le milieu, et de reforger toutes les parties qui avoient été trempées, afin de leur rendre le nerf qu'elles avoient perdu.

A l'égard des effets de la trempe sur l'acier, personne ne les a mieux observés que M. Perret; et voici les faits, ou plutôt les effets essentiels que cet habile artiste a reconnus. « La trempe change la forme des pieces minces d'acier; elle les voile et les courbe en différens sens; elle y produit des cassures et des gerçures : ces derniers effets sont très-communs, et néanmoins tres préjudiciables. Ces défauts proviennent de ce que l'acier n'est pas forgé avec assez de régularité; ce qui fait que, passant rapidement du chaud au froid, toutes les parties ne reçoivent pas avec égalité l'impression du froid. Il en est de même si l'acier n'est pas bien pur, ou contient quelques corps étrangers; ils produiront nécessairement des cassures... Le bon acier ne casse à la premiere trempe que quand il est trop écroui par le marteau; celui qu'on n'écrouit point du tout, et qu'on ne forge que chaud, ne casse point à la première trempe; et l'on doit remarquer que l'acier prend du gonflement à chaque fois qu'on le chauffe..... Plus on donne de trempe à l'acier, et plus il s'y forme de cassures; car la matière de l'acier ne cesse de travailler à chaque trempe. L'acier fondu

d'Angleterre se gerce de plusieurs cassures, et celui de Styrie non seulement se casse, mais se crible par des trempes réitérées... Pour prévenir l'effet des cassures, il faut chauffer couleur de cerise la pièce d'acier, et la tremper dans du suif, en l'y laissant jusqu'à ce qu'elle ait perdu son rouge. On peut, au lieu de suif, employer toute autre graisse; elle produira le même effet, et préservera l'acier des cassures que la trempe à l'eau ne manque pas de produire. On donnera, si l'on veut, ensuite une trempe à l'ordinaire à la pièce d'acier, ou l'on s'en tiendra à la seule trempe du suif. L'artiste doit tâcher de conduire son travail de manière qu'il ne soit obligé de tremper qu'une fois; car chaque trempe altère de plus en plus la matière de l'acier. Au reste, la trempe au suif ne durcit pas l'acier, et par conséquent ne suffit pas pour les instrumens tranchans, qui doivent être très-durs : ainsi il faudra les tremper à l'eau après les avoir trempés au suif. On a observé que la trempe à l'huile végétale donne plus de dureté que la trempe au suif ou à toute autre graisse animale; et c'est sans doute parce que l'huile contient plus d'eau que la graisse. »

L'écronissement que l'on donne aux métaux les rend plus durs et occasione en particulier les cassures qui se font dans le fer et l'acier. La trempe augmente ces cassures, et ne manque jamais d'en produire dans les parties qui ont été les plus *récrouies*, et qui sont par conséquent devenues les plus dures. L'or, l'argent, le cuivre, battus à froid, s'écrouissent, et deviennent plus durs et plus élastiques sous les coups réitérés du marteau. Il n'en est pas de même de l'étain et du plomb, qui, quoique battus fortement et long-temps, ne prennent point de dureté ni d'élasticité; on peut même faire fondre l'étain en le faisant frapper sous un martinet prompt : et on rend le plomb si mou et si chaud, qu'il paroît aussi prêt à se fondre. Mais je ne crois pas, avec M. Perret, qu'il existe une matiere particulière que la percussion fait entrer dans le fer, l'or, l'argent, et le cuivre, et que l'étain ni le plomb ne peuvent recevoir : ne suffit-il pas que la substance de ces premiers métaux soit par elle-même plus dure que celle du plomb et de l'étain, pour qu'elle le devienne encore plus par le rapprochement de ses parties ? La percussion du marteau ne peut produire que ce rapprochement ; et lorsque les parties intégrantes d'un métal sont elles-mêmes assez dures pour ne se point écraser, mais seulement se rapprocher par la percussion, le métal écroui deviendra plus dur et même élastique, tandis que les métaux, comme le plomb et l'étain, dont la substance est molle jusque dans ses plus petits atomes, ne prendront ni dureté ni ressort, parce que les parties intégrantes étant écrasées par la percussion, n'en seront que plus molles, ou plutôt ne changeront pas de nature ni de propriété, puisqu'elles s'étendront au lieu de se resserrer et de se rapprocher. Le marteau ne fait donc que comprimer le métal en détruisant les pores ou interstices qui étoient entre ses parties intégrantes; et c'est par cette raison qu'en remettant le métal écroui dans le feu, dont le premier effet est de dilater toute substance, les interstices se rétablissent entre les parties du métal, et l'effet de l'écrouissement ne subsiste plus.

Mais pour en revenir à la trempe, il est certain qu'elle fait un effet prodigieux sur le fer et l'acier. La trempe dans l'eau très-froide rend, comme nous venons de le dire, le meilleur fer tout-a-fait cassant; et quoique cet effet soit beaucoup moins sensible lorsque l'eau est à la température ordinaire, il est cependant très-vrai qu'elle influe sur la qualité du fer, et qu'on doit empêcher le forgeron de tremper sa piece encore rouge de feu pour la refroidir; et même il ne faut pas qu'il jette une trop grande quantité d'eau dessus en la forgeant, tant qu'elle est dans l'état d'incandescence. Il en est de même de l'acier, et l'on fera bien de ne le tremper qu'une seule fois dans l'eau à la température ordinaire.

Dans certaines contrées où le travail du fer est encore inconnu, les Nègres, quoique les moins ingénieux de tous les hommes, ont néanmoins imaginé de tremper le bois dans l'huile ou dans des graisses dont ils le laissent s'imbiber; ensuite ils l'enveloppent avec de grandes feuilles, comme celles de bananier, et mettent sous la cendre chaude les instrumens de bois qu'ils veulent rendre tranchans : la chaleur fait ouvrir les pores du bois, qui s'imbibe encore plus de cette graisse; et lorsqu'il est refroidi, il paroît lisse, sec, luisant, et il est devenu si dur, qu'il tranche et perce comme une arme de fer : des zagaies de bois dur et trempé de cette façon, lancées contre des arbres à la distance de quarante pieds, y entrent de trois ou quatre pouces, et pourroient traverser le corps d'un homme; leurs haches de bois trempées de même tranchent tous les autres bois. On sait d'ailleurs qu'on fait durcir le bois en le passant au feu, qui lui enlève l'humidité qui cause en partie sa mollesse. Ainsi,

dans cette trempe à la graisse ou à l'huile sous la cendre chaude, on ne fait que substituer aux parties aqueuses du bois une substance qui lui est plus analogue, et qui en rapproche les fibres de plus près.

L'acier trempé très-dur, c'est-à-dire à l'eau froide, est en même temps très-cassant; on ne s'en sert que pour certains ouvrages, et en particulier pour faire des outils qu'on appelle *brunissoirs*, qui, étant d'un acier plus dur que tous les autres aciers, servent à lui donner le dernier poli [1].

Au reste, on ne peut donner le poli vif, brillant et noir, qu'à l'espèce d'acier qu'on appelle *acier fondu*, et que nous tirons d'Angleterre. Nos artistes ne connoissent pas les moyens de faire cet excellent acier. Ce n'est pas qu'en général il ne soit assez facile de fondre l'acier; j'en ai fait couler à mes fourneaux d'aspiration plus de vingt livres en fusion très-parfaite : mais la difficulté consiste à traiter et à forger cet acier fondu; cela demande les plus grandes précautions; car ordinairement il s'éparpille en étincelles au seul contact de l'air, et se réduit en poudre sous le marteau.

Dans les fileries, on fait les filières, qui doivent être de la plus grande dureté, avec une sorte d'acier qu'on appelle *acier sauvage:* on le fait fondre, et, au moment qu'il se coagule, on le frappe légèrement avec un marteau à main; et à mesure qu'il prend du corps, on le chauffe et on le forge en augmentant graduellement la force et la vitesse de la percussion, et on l'achève en le forgeant au martinet. On prétend que c'est par ce procédé que les Anglois forgent leur acier fondu; et on assure que les Asiatiques travaillent de même leur acier en pain, qui est aussi d'excellente qualité. La fragilité de cet acier fondu est presque égale à celle du verre; c'est pourquoi il n'est bon que pour certains outils, tels que les rasoirs, les lancettes, etc., qui doivent être très-tranchans, et prendre le plus de dureté et le plus beau poli : mais il ne peut servir aux ouvrages qui, comme les lames d'épée, doivent avoir du ressort; et c'est par cette raison que dans le Levant comme en Europe les lames de sabre et d'épée se font avec un acier mélangé d'un peu d'étoffe de fer, qui lui donne de la souplesse et de l'élasticité.

Les Orientaux ont mieux que nous le petit art de damasquiner l'acier; cela ne se fait pas en y introduisant de l'or ou de l'argent, comme on le croit vulgairement, mais par le seul effet d'une percussion souvent réitérée. M. Gau a fait sur cela plusieurs expériences, dont il a eu la bonté de me communiquer le résultat [2]. Cet habile artiste, qui a porté notre

1. On sait que c'est avec de la potée ou chaux d'étain délayée dans de l'esprit-de-vin que l'on polit l'acier; mais les Anglois emploient un autre procédé pour lui donner le poli noir et brillant dont ils font un secret. M. Perret, dont nous venons de parler, paroît avoir découvert ce secret; du moins il est venu à bout de polir l'acier à peu près aussi bien qu'on le polit en Angleterre. Il faut pour cela broyer la potée sur une plaque de fonte de fer bien unie et polie : on se sert d'un brunissoir de bois de noyer sur lequel on colle un morceau de peau de buffle qu'on a précédemment lissé avec la pierre ponce, et qu'on imprègne de potée delayée a l'eau-de-vie. Ce polissoir doit être monté sur une roue de cinq à six pieds de diamètre, pour donner un mouvement plus vif. La matière que M. Perret a trouvée la meilleure pour polir parfaitement l'acier est l'acier lui-même fondu avec du soufre, et ensuite réduit en poudre. M. de Grignon assure que le colcotar retiré du vitriol après la distillation de l'eau-forte est la matière qui donne le plus beau poli noir à l'acier : il faut laver ce colcotar encore chaud plusieurs fois, et le réduire au dernier degré de finesse par la décantation; il faut aussi qu'il soit entièrement dépouillé de ses parties salines, qui formeroient des taches bleuatres sur le poli. Il paroît que M. Langlois est de nos artistes celui qui a le mieux réussi à donner ce beau poli noir à l'acier.

2. Monsieur, de retour à Klingenthal, j'ai fait, comme j'ai eu l'honneur de vous le promettre à Montbard, plusieurs épreuves sur l'acier, pour en fabriquer des lames de sabre et de couteau de chasse de même étoffe et de même qualité que celles de Turquie connues sous le nom de *damas;* les résultats de ces différentes épreuves ont toujours été les mêmes, et je profite de la permission que vous m'avez donnée de vous en rendre compte.

Après avoir fait travailler et préparer une certaine quantité d'acier propre à en faire du damas, j'en ai destiné un tiers à recevoir le double de l'argent que j'y emploie ordinairement; dans le second tiers, j'y ai mis la dose ordinaire, et point d'argent du tout dans le dernier tiers.

J'ai eu l'honneur de vous dire, monsieur, de quelle façon je fais ce mélange de l'argent avec l'acier; j'ai augmenté de précautions pour mieux enfermer l'argent; et comme j'ai commencé mes épreuves par les petites barres ou plaques qui en tenoient le double, en donnant à celles du dessus et du dessous le double d'épaisseur des autres, je les ai fait chauffer au blanc bouillant, et ce n'a été qu'avec une peine infinie que l'ouvrier est venu à bout de les souder ensemble; elles paroissoient à l'intérieur l'etre parfaitement, et on ne voyoit point sur l'enclume qu'il en fût sorti de l'argent : la réunion de ces plaques m'a donné un lingot de neuf pouces de long sur un pouce d'épaisseur et autant de largeur.

J'ai ensuite fait remettre au feu ce lingot pour en former une lame de couteau de chasse : c'est dans cette opération, en aplatissant et en allongeant ce lingot, que les défauts de soudure qui étoient dans l'intérieur se sont découverts; et quelque soin que l'ouvrier y ait donné, il n'a pu forger cette lame sans beaucoup de pailles.

J'ai fait recommencer cette opération par quatre fois différentes, et toutes les lames ont été pail-

manufacture des armes blanches à un grand point de perfection, s'est convaincu avec moi que ce n'est que par le travail du marteau et par la réunion de différens aciers mêlés d'un peu d'étoffe de fer que l'on vient à bout de damasquiner les lames de sabre, et de leur donner en même temps le tranchant, l'élasticité, et la ténacité nécessaires; il a reconnu comme moi que ni l'or ni l'argent ne peuvent produire cet effet.

Il me resteroit encore beaucoup de choses à dire sur le travail et sur l'emploi du fer, je me suis contenté d'en indiquer les principaux objets; chacun demanderoit un traité particulier; et l'on pourroit compter plus de cent arts ou métiers tous relatifs au travail de ce métal, en le prenant depuis ses mines jusqu'à sa conversion en acier et sa fabrication en canons de fusil, lames d'épée, ressorts de montre, etc. Je n'ai pu donner ici que la filiation de ces arts, et suivant les rapports naturels qui les font dépendre les uns des autres; le reste appartient moins à l'histoire de la nature qu'à celle des progrès de notre industrie.

Mais nous ne devons pas oublier de faire mention des principales propriétés du fer et de l'acier, relativement à celles des autres métaux. Le fer, quoique très-dur, n'est pas fort dense; c'est, après l'étain, le plus léger de tous. Le fer commun, pesé dans l'eau, ne perd guère qu'un huitième de son poids, et ne pèse que cinq cent quarante-cinq ou cinq cent quarante-six livres le pied cube [1]. L'acier pèse cinq cent quarante-huit à cinq cent quarante-neuf livres; et il est toujours spécifiquement un peu plus pesant que le meilleur fer : je dis le meilleur fer; car en général ce métal est sujet à varier pour la densité, ainsi que pour la ténacité, la dureté, l'élasticité, et il paroît n'avoir aucune propriété absolue que celle d'être attirable à l'aimant; encore cette qualité magnétique est-elle beaucoup plus grande dans l'acier et dans certains fers que dans d'autres : elle augmente aussi dans certaines circonstances, et diminue dans d'autres; et cependant cette propriété d'être attirable à l'aimant paroît appartenir au fer, à l'exclusion de toute au-

leuses sans qu'on ait pu y remédier; ce qui me persuade qu'il y est entré beaucoup d'argent.

Les barres dans lesquelles je n'ai mis que la dose ordinaire d'argent, et dont les plaques du dessus et du dessous n'avoient pas plus d'épaisseur que les autres, ont toutes bien soudé, et ont donné des lames sans pailles; il s'est trouvé sur l'enclume beaucoup d'argent fondu, qui s'y étoit attaché.

A l'égard des barres forgées sans argent, elles ont été soudées sans aucune difficulté comme de l'acier ordinaire, et elles ont donné de très-belles lames. Pour connoître si ces lames sans argent avoient les mêmes qualités, pour le tranchant et la solidité, que celles fabriquées avec de l'argent, j'ai essayé le tranchant de toutes mes forces sur des nœuds de bois de chêne qu'elles ont coupés sans s'ébrécher; j'en ai ensuite mis une à plat entre deux barres de fer sur mon escalier, comme vous l'avez vu faire sur le vôtre, et ce n'a été qu'après l'avoir long-temps tourmentée dans tous les sens que je suis parvenu à la déchirer. J'ai donc trouvé à ces lames le même tranchant et la même ténacité. Il sembleroit, d'après ces épreuves :

1° Que s'il reste de l'argent dans l'acier, il est impossible de le souder dans les endroits où il se trouve.

2° Que lorsqu'on réussit à souder parfaitement des barres où il y a de l'argent, il faut que cet argent, qui est en fusion lorsque l'acier est rouge-blanc, s'en soit échappé aux premiers coups de marteau, soit par les jointures des barres posées les unes sur les autres, soit par les pores alors couverts de l'acier : lorsque les plaques sont plus épaisses, l'argent fondu se répand en partie sur l'enclume, et il est impossible de souder les endroits où il en reste.

3° L'argent ne communique aucune vertu à l'acier, soit pour le tranchant, soit pour la solidité; et l'opinion du public, qui avoit décidé mes recherches, et qui attribue au mélange de l'acier et de l'argent la bonté des lames de Damas en Turquie, est sans fondement, puisqu'en décomposant un morceau vous-même, monsieur, vous n'y avez pas trouvé plus d'argent que dans la lame de même étoffe faite ici, dans laquelle il en étoit cependant entré.

4° Le tranchant étonnant de ces lames et leur solidité ne proviennent, ainsi que les dessins qu'elles présentent, que du mélange des différens aciers qu'on y emploie, et de la façon qu'on les travaille ensemble.

Pour que vous puissiez, monsieur, en juger par vous-même, et rectifier mes idées à ce sujet, j'envoie à mon dépôt de l'Arsenal de Paris, pour vous être remises à leur arrivée :

1° Une des lames forgées avec les lingots où il y avoit le double d'argent, dans laquelle je crois qu'il y en a encore, parce qu'elle n'a pu être bien soudée, et que vous voudrez bien faire décomposer après avoir fait éprouver son tranchant et sa solidité;

2° Une lame forgée d'un lingot où j'avois mis moitié d'argent, bien soudée, et sur laquelle j'ai fait graver vos armoiries;

3° Une lame fabriquée d'une barre d'acier travaillé pour damas, dans laquelle il n'est point entré d'argent : vous voudrez bien faire mettre cette lame aux plus fortes épreuves, tant pour le tranchant sur du bois qu'en essayant sa résistance en la forçant entre deux barres de fer.

1. On a écrit et répété partout que le pied cube de fer pèse cinq cent quatre-vingts livres; mais cette estimation est de beaucoup trop forte. M. Brisson s'est assuré, par des épreuves à la balance hydrostatique, que le fer forgé, non écroui comme écroui, ne pèse également que cinq cent quarante-cinq livres deux ou trois onces le pied cube, et que le pied cube d'acier pèse cinq cent quarante-huit livres : on s'étoit donc trompé de trente-cinq livres en estimant cinq cent quatre-vingts livres le poids d'un pied cube de fer.

tre matière, car nous ne connoissons dans la nature aucun métal, aucune autre substance pure qui ait cette qualité magnétique, et qui puisse même l'acquérir par notre art : rien au contraire ne peut la faire perdre au fer, tant qu'il existe dans son état de métal ; et non seulement il est toujours attirable par l'aimant, mais il peut lui-même devenir aimant ; et lorsqu'il est une fois aimanté, il attire l'autre fer avec autant de force que l'aimant même [1].

De tous les métaux, après l'or, le fer est celui dont la ténacité est la plus grande; selon Muschenbroeck, un fil de fer d'un dixième de pouce de diamètre peut soutenir un poids de quatre cent cinquante livres sans se rompre : mais j'ai reconnu par ma propre expérience qu'il y a une énorme différence entre la ténacité du bon et du mauvais fer [2]; et quoiqu'on choisisse le meilleur pour le passer à la filière, on trouvera encore des différences dans la ténacité des différens fils de fer de même grosseur; et l'on observera généralement que plus le fil de fer sera fin, plus la ténacité sera grande à proportion.

Nous avons vu qu'il faut un feu très-violent pour fondre le fer forgé, et qu'en même temps qu'il se fond il se brûle, et se calcine en partie, et d'autant plus que la chaleur est plus forte; en le fondant au foyer d'un miroir ardent, on le voit bouillonner, brûler, jeter une flamme assez sensible, et se changer en mâchefer : cette scorie conserve la qualité magnétique du fer après avoir perdu toutes les propriétés de ce métal.

Tous les acides minéraux et végétaux agissent plus ou moins sur le fer et l'acier : l'air, qui, dans son état ordinaire, est toujours chargé d'humidité, les réduit en rouille; l'air sec ne les attendrit pas de même et ne fait qu'en ternir la surface : l'eau la ternit davantage et la noircit à la longue; elle en divise et sépare les parties constituantes; et l'on peut avec de l'eau pure réduire ce métal en poudre très-fine [3], laquelle néanmoins est encore du fer dans son état de métal, car elle est attirable à l'aimant et se dissout comme le fer dans tous les acides. Ainsi ni l'eau ni l'air seuls n'ôtent au fer sa qualité magnétique; il faut le concours de ces deux élémens, ou plutôt l'action de l'acide aérien, pour le réduire en rouille qui n'est plus attirable à l'aimant.

L'acide nitreux dévore le fer autant qu'il le dissout; il le saisit d'abord avec la plus grande violence; et lors même que cet acide en est pleinement saturé, son activité ne se ralentit pas : il dissout le nouveau fer qu'on lui présente, en laissant précipiter le premier.

L'acide vitriolique, même affoibli, dissout aussi le fer avec effervescence et chaleur, et les vapeurs qui s'élèvent de cette dissolution sont très-inflammables. En la faisant évaporer et la laissant refroidir, on obtient des cristaux vitrioliques verts, qui sont connus sous le nom de *couperose* [4].

L'acide marin dissout très-bien le fer, et l'eau régale encore mieux. Ces acides nitreux et marin, soit séparément, soit conjointement, forment avec le fer des sels qui, quoique métalliques, sont déliquescens; mais dans quelque acide que le fer soit dissous, on peut toujours l'en séparer par le moyen des alcalis ou des terres calcaires : on peut aussi le précipiter par le zinc, etc.

Le soufre, qui fait fondre le fer rouge en un instant, est plutôt le destructeur que le dissolvant de ce métal; il en change la nature et le réduit en pyrite. La force d'affinité entre le soufre et le fer est si grande, qu'ils agissent violemment l'un sur l'autre même sans le secours du feu; car, dans cet état de pyrite, ils produisent eux-mêmes de la chaleur et du feu, à l'aide seulement d'un peu d'humidité.

De quelque manière que le fer soit dissous ou décomposé, il paroît que ses précipités et ses chaux en safran, en ocre, en rouille, etc., sont tous colorés de jaune, de rougeâtre ou de brun : aussi emploie-t-on ces chaux de fer pour la peinture à l'huile et pour les émaux.

Enfin le fer peut s'allier avec tous les autres métaux, à l'exception du plomb et du mercure. Suivant M. Gellert, les affinités du fer sont dans l'ordre suivant : l'or, l'argent, le cuivre; et, suivant M. Geoffroi, le régule d'antimoine, l'argent, le cuivre et le plomb. Mais ce dernier chimiste devoit exclure le plomb et ne pas oublier l'or, avec lequel le fer a plus d'affinité qu'avec aucun autre métal; nous verrons même que ces deux métaux, le fer et l'or, se trouvent quelquefois si intimement unis par des accidens de nature, que notre art ne peut les séparer l'un de l'autre [5].

1. Voyez ci-après l'article de l'*Aimant*.

2. Voyez le *Mémoire sur la ténacité du fer*, t. I, p. 405.

3. Prenez de la limaille de fer nette et brillante, mettez-la dans un vase, versez assez d'eau dessus pour la couvrir d'un pouce ou deux; faites la remuer avec une spatule de fer jusqu'à ce qu'elle soit réduite en poudre si fine, qu'elle reste suspendue à la surface de l'eau : cette poudre est encore du vrai fer très-attirable à l'aimant.

4. Voyez ci-devant l'article du *Vitriol*.

5. Voyez ci-après l'article de la *Platine*.

DE L'OR.

Autant nous avons vu le fer subir de transformations et prendre d'états différens, soit par les causes naturelles, soit par les effets de notre art, autant l'or nous paroîtra fixe, immuable et constamment le même sous notre main comme sous celle de la nature. C'est de toutes les matières du globe la plus pesante, la plus inaltérable, la plus tenace, la plus extensible; et c'est par la réunion de ces caractères prééminens que, dans tous les temps, l'or a été regardé comme le métal le plus parfait et le plus précieux : il est devenu le signe universel et constant de la valeur de toute autre matière, par un consentement unanime et tacite de tous les peuples policés. Comme il peut se diviser à l'infini sans rien perdre de son essence, et même sans subir la moindre altération, il se trouve disséminé sur la surface entière du globe, mais en molécules si ténues, que sa présence n'est pas sensible. Toute la couche de la terre qui recouvre le globe en contient, mais c'est en si petite quantité qu'on ne l'aperçoit pas et qu'on ne peut le recueillir : il est plus apparent, quoique encore en très-petite quantité, dans les sables entraînés par les eaux et détachés de la masse des rochers qui le recelent; on le voit quelquefois briller dans ces sables, dont il est aisé de le séparer par des lotions réitérées. Ces paillettes charriées par les eaux, ainsi que toutes les autres particules de l'or qui sont disséminées sur la terre, proviennent également des mines primordiales de ce métal. Ces mines gisent dans les fentes du quartz, où elles se sont etablies peu de temps après la consolidation du globe : souvent l'or y est mêlé avec d'autres métaux, sans en être altéré; presque toujours il est allié d'argent, et néanmoins il conserve sa nature dans le mélange, tandis que les autres métaux, corrompus et minéralisés, ont perdu leur première forme avant de voir le jour, et ne peuvent ensuite la reprendre que par le travail de nos mains : l'or, au contraire, vrai métal de nature, a été formé tel qu'il est; il a été fondu ou sublimé par l'action du feu primitif, et s'est établi sous la forme qu'il conserve encore aujourd'hui; il n'a subi d'autre altération que celle d'une division presque infinie, car il ne se présente nulle part sous une forme minéralisée : on peut même dire que, pour minéraliser l'or, il faudroit un concours de circonstances qui ne se trouvent peut-être pas dans la nature, et qui lui feroient perdre ses qualités les plus essentielles; car il ne pourroit prendre cette forme minéralisée qu'en passant auparavant par l'état de précipité; ce qui suppose précédemment sa dissolution par la réunion des acides nitreux et marin : et ces précipités de l'or ne conservent pas les grandes propriétés de ce métal; ils ne sont plus inaltérables, et ils peuvent être dissous par les acides simples. Ce n'est donc que sous cette forme de pré ipité que l'or pourroit être minéralisé; et comme il faut la réunion de l'acide nitreux et de l'acide marin pour en faire la dissolution, et ensuite un alcali ou une matière métallique pour opérer le précipité, ce seroit par le plus grand des hasards que ces combinaisons se trouveroient réunies dans le sein de la terre, et que ce métal pourroit être dans un état de minéralisation naturelle.

L'or ne s'est établi sur le globe que quelque temps après sa consolidation, et même après l'établissement du fer, parce qu'il ne peut pas supporter un aussi grand degré de feu sans se sublimer ou se fondre : aussi ne s'est-il point incorporé dans la matière vitreuse; il a seulement rempli les fentes du quartz, qui toujours lui sert de gangue : l'or s'y trouve dans son état de nature, et sans autre caractère que celui d'un métal fondu; ensuite il est sublimé par la continuation de cette première chaleur du globe, et il s'est répandu sur la superficie de la terre en atomes impalpables et presque imperceptibles.

Les premiers dépôts ou mines primitives de cette matière précieuse ont donc dû perdre de leur masse et diminuer de quantité, tant que le globe a conservé assez de chaleur pour en opérer la sublimation; et cette perte continuelle, pendant les premiers siecles de la grande chaleur du globe, a peut-être contribué, plus qu'aucune autre cause, à la rareté de ce métal, et à sa dissémination universelle en atomes infiniment petits : je dis universelle, parce qu'il y a peu de matières à la surface de la terre qui n'en contiennent une petite quantité; les chimistes en ont trouvé dans la terre végétale, et dans toutes les autres terres qu'ils ont mises à l'épreuve[1].

1. L'or trouvé par nos chimistes récens dans la terre végétale est une preuve de la dissémination universelle de ce métal, et ce fait paroît avoir été connu précédemment; car Boerhaave parle d'un

Au reste, ce métal, le plus dense de tous, est en même temps celui que la nature a produit en plus petite quantité. Tout ce qui est extrême est rare, par la raison même qu'il est extrême : l'or pour la densité, le diamant pour la dureté, le mercure pour la volatilité, étant extrêmes en qualité, sont rares en quantité. Mais pour ne parler ici que de l'or, nous observerons d'abord que quoique la nature paroisse nous le présenter sous différentes formes, toutes néanmoins ne diffèrent les unes des autres que par la quantité, et jamais par la qualité, parce que ni le feu, ni l'eau, ni l'air, ni même tous ces élémens combinés, n'altèrent pas son essence, et que les acides simples, qui détruisent les autres métaux, ne peuvent l'entamer [1].

En général, on trouve l'or dans quatre états différens, tous relatifs à sa seule divisibilité; savoir, en poudre, en paillettes, en grains, et en filets séparés ou conglomérés. Les mines primordiales de ce métal sont dans les hautes montagnes, et forment des filons dans le quartz jusqu'à d'assez grandes profondeurs; elles se sont établies dans les fentes perpendiculaires de cette roche quartzeuse, et l'or y est toujours allié d'une plus ou moins grande quantité d'argent : ces deux métaux y sont simplement mélangés et font masse commune; ils sont ordinairement incrustés en filets ou en lames dans la pierre vitreuse, et quelquefois ils s'y trouvent en masse et en faisceaux conglomérés. C'est à quelque distance de ces mines primordiales que se trouve l'or en petites masses, en grains, en pépites, etc; et c'est dans les ravines des montagnes qui en recèlent les mines qu'on le recueille en plus grande quantité : on le trouve aussi en paillettes et en poudre dans les sables que roulent les torrens et les rivières qui descendent de ces mêmes montagnes, et souvent cette poudre d'or est dispersée et disséminée sur les bords de ces ruisseaux et dans les terres adjacentes [2]. Mais soit en poudre, en paillettes, en grains, en filets ou en masses, l'or de chaque lieu est toujours de la même essence, et ne diffère que par le degré de pureté : plus il est divisé, plus il est pur; en sorte que s'il est à vingt karats dans sa mine en montagne, les poudres et les paillettes qui en proviennent sont souvent à vingt-deux et vingt-trois karats, parce que, en se divisant, ce métal s'est épuré et purgé d'une partie de son alliage naturel. Au reste, ces paillettes et ces grains, qui ne sont que des débris des mines primordiales, et qui ont subi tant de mouvemens, de chocs et de rencontres d'autres matières, n'en ont rien souffert qu'une plus grande division; elles ne sont jamais intérieurement altérées, quoique souvent recouvertes à l'extérieur de matières étrangères.

L'or le plus fin, c'est-à-dire le plus épuré par notre art, est, comme l'on sait, à vingt-quatre karats : mais l'on n'a jamais trouvé d'or à ce titre dans le sein de la terre, et dans plusieurs mines il n'est qu'à vingt et même à seize et quatorze karats, en sorte qu'il contient souvent un quart et même un tiers de mélange; et cette matière étrangère qui se trouve originairement alliée avec l'or est une portion d'argent, lequel, quoique beaucoup moins dense et par conséquent moins divisible que l'or, se réduit néanmoins en molécules très-ténues. L'argent est, comme l'or, inaltérable, inaccessible aux efforts des élémens humides, dont l'action détruit tous les autres métaux; et c'est par cette prérogative de l'or et de l'argent qu'on les a toujours regardés comme des métaux parfaits, et que le cuivre, le plomb, l'étain, et le fer, qui sont tous sujets à plus ou moins d'altération par l'impression des agens extérieurs, sont des métaux imparfaits en comparaison des deux premiers. L'or se trouve donc allié d'argent, même dans sa mine la plus riche

programme présenté aux états-généraux sous ce titre : *De arte extrahendi aurum è qualibet terra arvensi*.

1. M. Tillet, savant physicien de l'Académie des Sciences, s'est assuré que l'acide nitreux, rectifié autant qu'il est possible, ne dissout pas un seul atome de l'or qu'on lui présente. A la vérité, l'eau-forte ordinaire semble attaquer un peu les feuilles d'or par une opération forcée, en faisant bouillir, par exemple, quatre ou cinq onces de cet acide sur un demi-gros d'or pur réduit en une lame très-mince, jusqu'à ce que toute la liqueur soit réduite au poids de quelques gros : alors la petite quantité d'acide qui reste se trouve chargée de quelques particules d'or; mais le métal y est dans l'état de suspension, et non pas véritablement dissous, puisqu'au bout de quelque temps il se précipite au fond du flacon, quoique bien bouché, ou bien il surnage à la surface de la liqueur avec son brillant métallique, au lieu que, dans une véritable dissolution, telle qu'on l'opère par l'eau régale, la combinaison du métal est si parfaite avec les deux acides réunis, qu'il ne les quitte jamais de lui-même. D'après ce rapport de M. Tillet, il est aisé de concevoir que l'acide nitreux, forcé d'agir par la chaleur, n'agit ici que comme un corps qui en frotteroit un autre, et en délacheroit par conséquent quelques particules, et dès lors on peut assurer que cet acide ne peut ni dissoudre ni même attaquer l'or par ses propres forces.

2. Wallerius compte douze sortes d'or dans les sables; mais ces douze sortes doivent se réduire à une seule, parce qu'elles ne diffèrent les unes des autres que par la couleur, la grosseur, ou la figure, et qu'au fond c'est toujours le même or.

et sur sa gangue quartzeuse; ces deux métaux, presque aussi parfaits, aussi purs l'un que l'autre, n'en sont que plus intimement unis : le haut ou bas aloi de l'or natif dépend donc principalement de la petite ou grande quantité d'argent qu'il contient. Ce n'est pas que l'or ne soit aussi quelquefois mêlé de cuivre et d'autres substances métalliques [1] : mais ces mélanges ne sont, pour ainsi dire, qu'extérieurs; et, à l'exception de l'argent, l'or n'est point allié, mais seulement contenu et disséminé dans toutes les autres matières métalliques ou terreuses.

On seroit porté à croire, vu l'affinité apparente de l'or avec le mercure et leur forte attraction mutuelle, qu'ils devroient se trouver assez souvent amalgamés ensemble; cependant rien n'est plus rare, et à peine y a-t-il un exemple d'une mine où l'on ait trouvé l'or pénétré de ce minéral fluide. Il me semble qu'on peut en donner la raison d'après ma théorie; car, quelque affinité qu'il y ait entre l'or et le mercure, il est certain que la fixité de l'un et la grande volatilité de l'autre ne leur ont guère permis de s'établir en même temps ni dans les mêmes lieux, et que ce n'est que par des hasards postérieurs à leur établissement primitif, et par des circonstances très-particulières, qu'ils ont pu se trouver mélangés.

L'or répandu dans les sables, soit en poudre, en paillettes ou en grains plus ou moins gros, et qui provient du débris des mines primitives, loin d'avoir rien perdu de son essence, a donc encore acquis de la pureté. Les sels acides, alcalins et arsenicaux, qui rongent toutes les substances métalliques, ne peuvent entamer celle de l'or. Ainsi, dès que les eaux ont commencé de détacher et d'entraîner les minerais des différens métaux, tous auront été altérés, dissous, détruits par l'action de ces sels; l'or seul a conservé son essence intacte, et il a même défendu celle de l'argent, lorsqu'il s'y est trouvé mêlé en suffisante quantité.

L'argent, quoique aussi parfait que l'or, à plusieurs égards, ne se trouve pas aussi communément en poudre ou en paillettes dans les sables et les terres. D'où peut provenir cette différence, à laquelle il me semble qu'on n'a pas fait assez d'attention? Pourquoi les terrains au pied des montagnes à mines sont-ils semés de poudre d'or? pourquoi les torrens qui s'en écoulent roulent-ils des paillettes et de grains de ce métal, et que l'on trouve si peu de poudre, de paillettes ou de grains d'argent dans ces mêmes sables, quoique les mines d'où découlent ces eaux contiennent souvent beaucoup plus d'argent que d'or? N'est-ce pas une preuve que l'argent a été détruit avant de pouvoir se réduire en paillettes, et que les sels de l'air, de la terre, et des eaux, l'ont saisi, dissous, dès qu'il s'est trouvé réduit en petites parcelles, au lieu que ces mêmes sels ne pouvant attaquer l'or, sa substance est demeurée intacte lors même qu'il s'est réduit en poudre ou en atomes impalpables?

En considérant les propriétés générales et particulieres de l'or, on a d'abord vu qu'il étoit le plus pesant et par conséquent le plus dense des métaux [1], qui sont eux-mêmes les

1. Par exemple, l'or de Guinée, de Sofala, de Malaca, contient du cuivre et très-peu d'argent, et le cuivre des mines de Coquimbo au Pérou contient, à ce qu'on dit, de l'or sans aucun mélange d'argent.

1. La densité de l'or a été bien déterminée par M. Brisson, de l'Académie des Sciences. L'eau distillée étant supposée peser 1000 livres, il a vu que l'or à 24 karats, fondu et non battu, pèse 192581 livres 12 onces 3 gros 62 grains, et que par conséquent un pied cube de cet or pur pèseroit 1348 livres 1 once 0 gros 61 grains; et que ce même or à 24 karats, fondu et battu, pèse relativement à l'eau 193617 livres 12 onces 4 gros 28 grains, en sorte que le pied cube de cet or pèseroit 1355 livres 5 onces 0 gros 60 grains. L'or des ducats de Hollande approche de très-près ce degré de pureté; car la pesanteur spécifique de ces ducats est de 193519 livres 12 onces 4 gros 25 grains, ce qui donne 1364 livres 10 onces 1 gros 2 grains pour le poids d'un pied cube de cet or. J'observerai que pour avoir au juste les pesanteurs spécifiques de toutes les matières, il faut non seulement se servir d'eau distillée, mais que pour connoître exactement le poids de cette eau, il faudroit en faire distiller une assez grande quantité, par exemple, assez pour remplir un vaisseau cubique d'un pied de capacité, peser ensuite le tout, et déduire la tare du vaisseau; cela seroit plus juste que si l'on n'employoit qu'un vaisseau de quelques pouces cubiques de capacité : il faudroit aussi que le métal fût absolument pur, ce qui n'est peut-être pas possible, mais au moins le plus pur qu'il se pourra. Je me suis beaucoup servi d'un globe d'or raffiné avec soin, d'un pouce de diamètre, pour mes expériences sur le progrès de la chaleur dans les corps; et en le pesant dans l'eau commune, j'ai vu qu'il ne perdoit pas 1/19 de son poids : mais probablement cette eau étoit bien plus pesante que l'eau distillée. Je suis donc très-satisfait qu'un de nos habiles physiciens ait déterminé plus précisément cette densité de l'or à 24 karats, qui, comme l'on voit, augmente de poids par la percussion : mais étoit-il bien assuré que cet or fût absolument pur? il est presque impossible d'en séparer en entier l'argent que la nature y a mêlé; et d'ailleurs la pesanteur de l'eau même distillée varie avec la température de l'atmosphère, et cela laisse encore quelque incertitude sur la mesure exacte de la densité de ce métal précieux. Ayant sur cela communiqué mes doutes à M. de Morveau, il a pris la peine de s'assurer qu'un pied cube d'eau distillée pèse 71 livres 7 onces 5 gros 8 grains et 1/24 de

substances les plus pesantes de toutes les matières terrestres. Rien ne peut altérer ou changer dans l'or cette qualité prééminente. On peut dire qu'en général la densité constitue l'essence réelle de toute matière brute, et que cette première propriété fixe en même temps nos idées sur la proportion de la quantité de l'espace à celle de la matière sous un volume donné. L'or est le terme extrême de cette proportion, toute autre substance occupant plus d'espace; il est donc la matière par excellence, c'est-à-dire la substance qui de toutes est la plus matière; et néanmoins ce corps si dense et si compacte, cette matière dont les parties sont si rapprochées, si serrées, contient peut-être encore plus de vide que de plein, et par conséquent nous démontre qu'il n'y a point de matière sans pores, que le contact des atomes matériels n'est jamais absolu ni complet, qu'enfin il n'existe aucune substance qui soit pleinement matérielle, et dans laquelle le vide ou l'espace ne soit interposé, et n'occupe autant et plus de place que la matière même.

Mais, dans toute matière solide, ces atomes matériels sont assez voisins pour se trouver dans la sphère de leur attraction mutuelle, et c'est en quoi consiste la ténacité de toute matière solide; les atomes de même nature sont ceux qui se réunissent de plus près : ainsi la ténacité dépend en partie de l'homogénéité. Cette vérité peut se démontrer par l'expérience; car tout alliage diminue ou détruit la ténacité des métaux : celle de l'or est si forte, qu'un fil de ce métal, d'un dixième de pouce de diamètre, peut porter, avant de se rompre, cinq cents livres de poids; aucune autre matière métallique ou terreuse ne peut en supporter autant.

La divisibilité et la ductilité ne sont que des qualités secondaires qui dépendent en partie de la densité et en partie de la ténacité ou de la liaison des parties constituantes. L'or, qui, sous un même volume, contient plus du double de matière que le cuivre, sera par cela seul une fois plus divisible; et comme les parties intégrantes de l'or sont plus voisines les unes des autres que dans toute autre substance, sa ductilité est aussi la plus grande, et surpasse celle des autres métaux dans une proportion bien plus grande que celle de la densité ou de la ténacité, parce que la ductilité, qui est le produit de ces deux causes, n'est pas en rapport simple à l'une ou à l'autre de ces qualités, mais en raison composée des deux. La ductilité sera donc relative à la densité multipliée par la ténacité; et c'est ce qui, dans l'or, rend cette ductilité encore plus grande à proportion que dans tout autre métal.

Cependant la forte ténacité de l'or, et sa ductilité encore plus grande, ne sont pas des propriétés aussi essentielles que sa densité; elles en dérivent et ont leur plein effet tant que rien n'intercepte la liaison des parties constituantes, tant que l'homogénéité subsiste, et qu'aucune force ou matière étrangère ne change la position de ces mêmes parties : mais ces deux qualités, qu'on croiroit essentielles à l'or, se perdent dès que sa substance subit quelque dérangement dans son intérieur; un grain d'arsenic ou d'étain jeté sur un marc d'or en fonte, ou même leur vapeur, suffit pour altérer toute cette quantité d'or, et le rend aussi fragile qu'il étoit auparavant tenace et ductile. Quelques chimistes ont prétendu qu'il perd de même sa ductilité par les matières inflammables, par exemple lorsque, étant en fusion, il est immédiatement exposé à la vapeur du charbon; mais je ne crois pas que cette opinion soit fondée.

L'or perd aussi sa ductilité par la percussion; il s'écrouit, devient cassant, sans addition ni mélange d'aucune matière ni vapeur, mais par le seul dérangement de ses parties intégrantes : ainsi ce métal, qui de tous est le plus ductile, n'en perd pas moins aisément sa ductilité; ce qui prouve que ce n'est point une propriété essentielle et constante

grain, l'air étant à la température de 12 degrés. L'eau, comme l'on sait, pèse plus ou moins, suivant qu'il fait plus froid ou plus chaud, et les différences qu'on a trouvées dans la densité des différentes matières soumises à l'épreuve de la balance hydrostatique viennent non seulement du poids absolu de l'eau à laquelle on les compare, mais encore du degré de la chaleur actuelle de ce liquide : et c'est par cette raison qu'il faut un degré fixe, tel que la température de 12 degrés, pour que le résultat de la comparaison soit juste. Un pied cube d'eau distillée pesant donc toujours à la température de 12 degrés 71 livres 7 onces 5 gros 8 1/24 grains, il est certain que si l'or perd dans l'eau 1/19 de son poids, le pied cube de ce métal pèse 1358 livres 1 once 1 gros 8 19/29 grains, et je crois cette estimation trop forte; car, comme je viens de le dire, le globe d'or très-fin, d'un pouce de diamètre, dont je me suis servi, ne perdoit pas 1/19 de son poids dans de l'eau qui n'étoit pas distillée, et par conséquent il se pourroit que dans l'eau distillée il n'eût perdu que 1/18 3/4, et dans ce cas (1/18 3/4) le pied cube d'or ne pèseroit réellement que 1340 livres 9 onces 2 gros 25 grains : il me paroît donc qu'on a exagéré la densité de l'or en assurant qu'il perd dans l'eau plus de 1/19 de son poids, et que c'est tout au plus s'il perd 1/19, auquel cas le pied cube pèseroit 1358 livres. Ceux qui assurent qu'il n'en pèse que 1348, et qui disent en même temps qu'il perd dans l'eau entre 1/19 et 1/20 de son poids, ne se sont pas aperçus que ces deux résultats sont démentis l'un par l'autre.

à la matière métallique, mais seulement une qualité relative aux différens états où elle se trouve, puisqu'on peut lui ôter par l'écrouissement et lui rendre par le recuit au feu cette qualité ductile alternativement, et autant de fois qu'on le juge à propos. Au reste, M. Brisson, de l'Académie des Sciences, a reconnu, par des expériences très-bien faites, qu'en même temps que l'écrouissement diminue la ductilité des métaux, il augmente leur densité, qu'ils deviennent par conséquent d'une plus grande pesanteur spécifique, et que cet excédant de densité s'évanouit par le recuit.

La fixité au feu, qu'on regarde encore comme une des propriétés essentielles de l'or, n'est pas aussi absolue ni même aussi grande qu'on le croit vulgairement, d'après les expériences de Boyle et de Kunckel; ils ont, disent-ils, tenu pendant quelques semaines de l'or en fusion sans aucune perte sur son poids : cependant je suis assuré, par des expériences faites dès l'année 1747[1], à mon miroir de réflexion, que l'or fume et se sublime en vapeurs, même avant de se fondre; on sait d'ailleurs qu'au moment que ce métal devient rouge, et qu'il est sur le point d'entrer en fusion, il s'élève à sa surface une petite flamme d'un vert léger : et M. Macquer, notre savant professeur de chimie, a suivi les progrès de l'or en fonte au foyer d'un miroir réfringent, et a reconnu de même qu'il continuoit de fumer et de s'exhaler en vapeur; il a démontré que cette vapeur étoit métallique, qu'elle saisissoit et doroit l'argent ou les autres matières qu'on tenoit au dessus de cet or fumant. Il n'est donc pas douteux que l'or ne se sublime en vapeurs métalliques, non seulement après, mais même avant sa fonte au foyer des miroirs ardens : ainsi ce n'est pas la très-grande violence de ce feu du soleil qui produit cet effet, puisque la sublimation s'opère à un degré de chaleur assez médiocre, et avant que ce métal entre en fusion : dès lors, si les expériences de Boyle et de Kunckel sont exactes, l'on sera forcé de convenir que l'effet de notre feu sur l'or n'est pas le même que celui du feu solaire, et que s'il ne perd rien au premier, il peut perdre beaucoup et peut-être tout au second. Mais je ne puis m'empêcher de douter de la réalité de cette différence d'effet du feu solaire et de nos feux, et je présume que ces expériences de Boyle et de Kunckel n'ont pas été suivies avec assez de précision pour en conclure que l'or est absolument fixe au feu de nos fourneaux.

L'opacité est encore une de ces qualités qu'on donne à l'or par excellence au dessus de toute autre matière; elle dépend, dit-on, de la *grande densité de ce métal : la feuille d'or la plus mince ne laisse passer de la lumière que par les gerçures accidentelles qui s'y trouvent.* Si cela étoit, les matières les plus denses seroient toujours les plus opaques; mais souvent on observe le contraire, et l'on connoît des matières très-légères qui sont entièrement opaques, et des matières pesantes qui sont transparentes. D'ailleurs les feuilles de l'or battu laissent non seulement passer de la lumière par leurs gerçures accidentelles, mais à travers leurs pores; et Boyle a, ce me semble, observé le premier que cette lumière qui traverse l'or est bleue : or les rayons bleus sont les plus petits atomes de la lumière solaire; ceux des rayons rouges et jaunes sont les plus gros; et c'est peut-être par cette raison que les bleus peuvent passer à travers l'or réduit en feuilles, tandis que les autres, qui sont plus gros, ne sont point admis ou sont tous réfléchis; et cette lumière bleue étant uniformément apparente sur toute l'étendue de la feuille, on ne peut douter qu'elle n'ait passé par ses pores et non par les gerçures. Ceci n'a rapport qu'à l'effet; mais pour la cause, si l'opacité, qui est le contraire de la transparence, ne dépendoit que de la densité, l'or seroit certainement le corps le plus opaque, comme l'air est le plus transparent : mais combien n'y a-t-il pas d'exemples du contraire? Le cristal de roche, si transparent, n'est-il pas plus dense que la plupart des terres ou pierres opaques? et si l'on attribue la transparence à l'homogénéité, l'or, dont les parties paroissent être homogènes, ne devroit-il pas être très-transparent? Il me semble donc que l'opacité ne dépend ni de la densité de la matière ni de l'homogénéité de ses parties, et que la première cause de la transparence est la disposition régulière des parties constituantes et des pores; que quand ces mêmes parties se trouvent disposées en formes régulières, et posées de manière à laisser entre elles des vides situés dans la même direction, alors la matière doit être transparente, et qu'elle est au contraire nécessairement opaque dès que les pores ne sont pas situés dans des directions correspondantes.

Et cette disposition qui fait la transparence s'oppose à la ténacité : aussi les corps transparens sont en général plus friables que

1. Voyez les Mémoires sur les *Miroirs ardens.*

les corps opaques; et l'or, dont les parties sont fort homogènes et la ténacité très-grande, n'a pas ses parties ainsi disposées : on voit en le rompant qu'elles sont pour ainsi dire engrenées les unes dans les autres; elles présentent au microscope de petits angles prismatiques, saillans et rentrans. C'est donc de cette disposition de ses parties constituantes que l'or tient sa grande opacité, qui du reste ne paroît en effet si grande que parce que sa densité permet d'étendre en une surface immense une très-petite masse, et que la feuille d'or, quelque mince qu'elle soit, est toujours plus dense que toute autre matière. Cependant cette disposition des vides ou pores dans les corps n'est pas la seule cause qui puisse produire la transparence; le corps transparent n'est, dans ce premier cas, qu'un crible par lequel peut passer la lumière : mais lorsque les vides sont très-petits, la lumière est quelquefois repoussée au lieu d'être admise; il faut qu'il y ait attraction entre les parties de la matière et les atomes de la lumière pour qu'ils la pénètrent, car l'on ne doit pas considérer ici les pores comme des gerçures ou des trous, mais comme des interstices d'autant plus petits et plus serrés que la matière est plus dense; or si les rayons de lumière n'ont point d'affinité avec le corps sur lequel ils tombent, ils seront réfléchis et ne le pénétreront pas. L'huile dont on humecte le papier pour le rendre transparent en remplit et bouche en même temps les pores : elle ne produit donc la transparence que parce qu'elle donne au papier plus d'affinité qu'il n'en avoit avec la lumière, et l'on pourroit démontrer par plusieurs autres exemples l'effet de cette attraction de transmission de la lumière, ou des autres fluides, dans les corps solides; et peut-être l'or, dont la feuille mince laisse passer les rayons bleus de la lumière à l'exclusion de tous les autres rayons, a-t il plus d'affinité avec ces rayons bleus, qui dès lors sont admis, tandis que les autres sont tous repoussés.

Toutes les restrictions que nous venons de faire sur la fixité, la ductilité, et l'opacité de l'or, qu'on a regardées comme des propriétés trop absolues, n'empêchent pas qu'il n'ait au plus haut degré toutes les qualités qui caractérisent la noble substance du plus parfait métal; car il faut encore ajouter à sa prééminence en densité et en ténacité celle d'une essence indestructible et d'une durée presque éternelle. Il est inaltérable, ou du moins plus durable, plus impassible qu'aucune autre substance; il oppose une résistance invincible à l'action des élémens humides, à celle du soufre et des acides les plus puissans, et des sels les plus corrosifs : néanmoins nous avons trouvé par notre art non seulement les moyens de le dissoudre, mais encore ceux de le dépouiller de la plupart de ses qualités; et si la nature n'en a pas fait autant, c'est que la main de l'homme, conduite par l'esprit, a souvent plus fait qu'elle : et sans sortir de notre sujet, nous verrons que l'or dissous, l'or précipité, l'or fulminant, etc., ne se trouvant pas dans la nature, ce sont autant de combinaisons nouvelles, toutes résultant de notre intelligence. Ce n'est pas qu'il soit physiquement impossible qu'il y ait dans le sein de la terre de l'or dissous, précipité, et minéralisé, puisque nous pouvons le dissoudre et le précipiter de sa dissolution, et puisque dans cet état de précipité il peut être saisi par les acides simples comme les autres métaux, et se montrer par conséquent sous une forme minéralisée; mais comme cette dissolution suppose la réunion de deux acides, et que ce précipité ne peut s'opérer que par une troisième combinaison, il n'est pas étonnant qu'on ne trouve que peu ou point d'or minéralisé dans le sein de la terre [1], tandis que tous les autres métaux se présentent presque toujours sous cette forme, qu'ils reçoivent d'autant plus aisément qu'ils sont plus susceptibles d'être attaqués par les sels de la terre et par les impressions des élémens humides.

On n'a jamais trouvé de précipités d'or, ni d'or fulminant, dans le sein de la terre : la raison en deviendra sensible si l'on considère en particulier chacune des combinaisons nécessaires pour produire ces précipités : d'abord on ne peut dissoudre l'or que par deux puissances réunies et combinées, l'acide nitreux avec l'acide marin, ou le soufre avec l'alcali; et la réunion de ces deux substances actives doit être très-rare dans la nature, puisque les acides et les alcalis, tels que nous les employons, sont eux-mêmes des produits de notre art, et que le soufre natif n'est aussi qu'un produit des volcans. Ces raisons sont les mêmes et encore plus fortes pour les précipités d'or; car il faut une troisième combinaison pour le tirer de sa dissolution, au moyen du mé-

1. L'or est minéralisé, dit-on, dans la mine de *Najac*; on prétend aussi que le *zinopel* ou *sinople* provient de la décomposition de l'or faite par la nature, sous la forme d'une terre ou chaux couleur de pourpre : mais je doute que ces faits soient bien constatés.

lange de quelque autre matière avec laquelle le dissolvant ait plus d'affinité qu'avec l'or; et ensuite, pour que ce précipité puisse acquérir la propriété fulminante, il faut encore choisir une matière entre toutes les autres qui peuvent également précipiter l'or de sa dissolution : cette matière est l'alcali volatil, sans lequel il ne peut devenir fulminant; cet alcali volatil est le seul intermède qui dégage subitement l'air et cause la fulmination; car s'il n'est point entré d'alcali volatil dans la disssolution de l'or, et qu'on le précipite avec l'alcali fixe ou toute autre matière, il ne sera pas fulminant : enfin il faut encore communiquer une assez forte chaleur pour qu'il exerce cette action fulminante : or toutes ces conditions réunies ne peuvent se rencontrer dans le sein de la terre, et dès lors il est sûr qu'on n'y trouvera jamais de l'or fulminant. On sait que l'explosion de cet or fulminant est beaucoup plus violente que celle de la poudre à canon, et qu'elle pourroit produire des effets encore plus terribles, et même s'exercer d'une maniere plus insidieuse, parce qu'il ne faut ni feu ni même une étincelle, et que la chaleur seule produite par un frottement assez léger suffit pour causer une explosion subite et foudroyante.

On a, ce me semble, vainement tenté l'explication de ce phénomène prodigieux; cependant, en faisant attention à toutes les circonstances, et en comparant leurs rapports, il me semble qu'on peut au moins en tirer des raisons satisfaisantes et tresp-lausibles sur la cause de cet effet : si dans l'eau régale, dont on se sert pour la dissolution de l'or, il n'est point entré d'alcali volatil, soit sous sa forme propre, soit sous celle du sel ammoniac, de quelque maniere et avec quelque intermède qu'on précipite ce métal, il ne sera ni ne deviendra fulminant, à moins qu'on ne se serve de l'alcali volatil pour cette précipitation; lorsqu'au contraire la dissolution sera faite avec le sel ammoniac, qui toujours contient de l'alcali volatil, de quelque manière et avec quelque intermède que l'on fasse la précipitation, l'or deviendra toujours fulminant. Il est donc assez clair que cette qualité fulminante ne lui vient que de l'action ou du mélange de l'alcali volatil, et l'on ne doit pas être incertain sur ce point, puisque ce précipité fulminant pèse un quart de plus que l'or dont il est le produit; dès lors ce quart en sus de matiere étrangère qui s'est alliée avec l'or dans ce précipité n'est autre chose, du moins en grande partie, que de l'alcali volatil : mais cet alcali contient, indépendamment de son sel, une grande quantité d'air inflammable, c'est-à-dire d'air élastique, mêlé de feu; dès lors il n'est pas surprenant que ce feu ou cet air inflammable contenu dans l'alcali volatil, qui se trouve pour un quart incorporé avec l'or, ne s'enflamme en effet par la chaleur, et ne produise une explosion d'autant plus violente que les molécules de l'or dans lesquelles il est engagé sont plus massives et plus résistantes à l'action de cet élément incoercible, et dont les effets sont d'autant plus violens que les résistances sont plus grandes. C'est par cette même raison de l'air inflammable contenu dans l'or fulminant, que cette qualité fulminante est détruite par le soufre mêlé avec ce précipité; car le soufre, qui n'est que la matière du feu fixée par l'acide, a la plus grande affinité avec cette même matiere du feu contenu dans l'alcali volatil : il doit donc lui enlever ce feu, et dès lors la cause de l'explosion est ou diminuée ou même anéantie par ce mélange du soufre avec l'or fulminant.

Au reste, l'or fulmine, avant d'être chauffé jusqu'au rouge, dans les vaisseaux clos comme en plein air : mais, quoique cette chaleur nécessaire pour produire la fulmination ne soit pas tres-grande, il est certain qu'il n'y a nulle part, dans le sein de la terre, un tel degré de chaleur, à l'exception des lieux voisins des feux souterrains, et que par conséquent il ne peut se trouver d'or fulminant que dans les volcans, dont il est possible qu'il ait quelquefois augmenté les terribles effets; mais par son explosion même, cet or fulminant se trouve tout à coup anéanti, ou du moins perdu et dispersé en atomes infiniment petits [1]. Il n'est donc pas étonnant qu'on n'ait jamais trouvé d'or fulminant dans la nature, puisque, d'une part, le feu ou la chaleur le dé-

1. M. Macquer, après avoir cité quelques exemples funestes des accidens arrivés par la fulmination de l'or à des chimistes peu attentifs ou trop courageux, dit qu'ayant fait fulminer dans une grande cloche de verre une quantité de ce précipité assez petite pour n'en avoir rien à craindre, on a trouvé, après la détonation, sur les parois de la cloche, l'or en nature que cette détonation n'avoit point altéré. Comme cela pourroit induire en erreur, je crois devoir observer que cette matière qui avoit frappé contre les parois du vaisseau et s'y étoit attachée n'étoit pas, comme il le dit, *de l'or en nature*, mais de l'or précipité; ce qui est fort différent, puisque celui-ci a perdu la principale propriété de sa nature, qui est d'être inaltérable, indissoluble par les acides simples, et que tous les acides peuvent au contraire altérer et même dissoudre ce précipité.

truit en le faisant fulminer, et que, d'autre part, il ne pourrait exercer cette action fulminante dans l'intérieur de la terre, au degré de sa température actuelle. Au reste, on ne doit pas oublier qu'en général les précipités d'or, lorsqu'ils sont réduits, sont, à la vérité, toujours de l'or; mais que dans leur état de précipité, et avant la réduction, ils ne sont pas, comme l'or même, inaltérables, indestructibles, etc. Leur essence n'est donc plus la même que celle de l'or de nature : tous les acides minéraux ou végétaux, et même les simples acerbes, tels que la noix de galle, agissent sur ces précipités et peuvent les dissoudre, tandis que l'or en métal n'en éprouve aucune altération; les précipités de l'or ressemblent donc, à cet égard, aux métaux imparfaits, et peuvent par conséquent être altérés de même et minéralisés. Mais nous venons de prouver que les combinaisons nécessaires pour faire des précipités d'or n'ont guère pu se trouver dans la nature, et c'est sans doute par cette raison qu'il n'existe réellement que peu ou point d'or minéralisé dans le sein de la terre; et s'il en existoit, cet or minéralisé seroit en effet très-différent de l'autre : on pourroit le dissoudre avec tous les acides, puisqu'ils dissolvent les précipités dont se serait formé cet or minéralisé.

Il ne faut qu'une petite quantité d'acide marin mêlée à l'acide nitreux pour dissoudre l'or; mais la meilleure proportion est de quatre parties d'acide nitreux et une partie de sel ammoniac. Cette dissolution est d'une belle couleur jaune; et lorsque ces dissolvans sont pleinement saturés, elle devient claire et transparente; dans tout état elle teint en violet plus ou moins foncé toutes les substances animales : si on la fait évaporer, elle donne, en se refroidissant, des cristaux d'un beau jaune transparent; et si l'on pousse plus loin l'évaporation au moyen de la chaleur, les cristaux disparoissent, et il ne reste qu'une poudre jaune et très-fine qui n'a pas le brillant métallique.

Qu'on puisse précipiter l'or dissous dans l'eau régale avec tous les autres métaux, avec les alcalis, les terres calcaires, etc., c'est l'alcali volatil qui, de toutes les matières connues, est la plus propre à cet effet; il réduit l'or plus promptement que les alcalis fixes ou les métaux : ceux-ci changent la couleur du précipité; par exemple, l'étain lui donne la belle couleur pourpre qu'on emploie sur nos porcelaines.

L'or pur a peu d'éclat et sa couleur jaune est assez mate; le mélange de l'argent le blanchit, celui du cuivre le rougit; le fer lui communique sa couleur; une partie d'acier fondue avec cinq parties d'or pur lui donne la couleur du fer poli. Les bijoutiers se servent avec avantage de ces mélanges pour les ouvrages où ils ont besoin d'or de différentes couleurs. L'on connoît en chimie des procédés par lesquels on peut donner aux précipités de l'or les plus belles couleurs, pourpre, rouge, verte, etc. : ces couleurs sont fixes et peuvent s'employer dans les émaux; le borax blanchit l'or plus que tout autre mélange, et le nitre lui rend la couleur jaune que le borax avoit fait disparoître.

Quoique l'or soit le plus compacte et le plus tenace des métaux, il n'est néanmoins que peu élastique et peu sonore : il est très-flexible, et plus mou que l'argent, le cuivre, et le fer, qui de tous est le plus dur; il n'y a que le plomb et l'étain qui aient plus de mollesse que l'or, et qui soient moins élastiques; mais quelque flexible qu'il soit, on a beaucoup de peine à le rompre. Les voyageurs disent que l'or de Malaca, qu'on croit venir de Madagascar, et qui est presque tout blanc, se fond aussi promptement que du plomb. On assure aussi qu'on trouve dans les sables de quelques rivières de ces contrées des grains d'or que l'on peut couper au couteau, et que même cet or est si mou qu'il peut recevoir aisément l'empreinte d'un cachet; il se fond à peu près comme du plomb, et l'on prétend que cet or est le plus pur de tous : ce qu'il y a de certain, c'est que plus ce métal est pur et moins il est dur; il n'a dans cet état de pureté ni odeur ni saveur sensible, même après avoir été fortement frotté ou chauffé. Malgré sa mollesse, il est cependant susceptible d'un assez grand degré de dureté par l'écrouissement, c'est-à-dire par la percussion souvent réitérée du marteau, ou par la compression successive et forcée de la filière; il perd même alors une grande partie de sa ductilité, et devient assez cassant. Tous les métaux acquièrent de même un excès de dureté par l'écrouissement : mais on peut toujours détruire cet effet en les faisant recuire au feu, et l'or, qui est le plus doux, le plus ductile de tous, ne laisse pas de perdre sa ductilité par une forte et longue percussion; il devient non seulement plus dur, plus élastique, plus sonore, mais même il se gerce sur ses bords lorsqu'on lui fait subir une extension forcée sous les rouleaux du laminoir : néanmoins il perd par le recuit ce fort écrouissement plus aisément

qu'aucun autre métal; il ne faut pour cela que le chauffer, pas même jusqu'au rouge, au lieu que le cuivre et le fer doivent être pénétrés de feu pour perdre leur écrouissement.

Après avoir exposé les principales propriétés de l'or, nous devons indiquer aussi les moyens dont on se sert pour le séparer des autres métaux ou des matières hétérogènes avec lesquelles il se trouve souvent mêlé. Dans les travaux en grand on ne se sert que du plomb, qui, par la fusion, sépare de l'or toutes ces matières étrangères en les scorifiant; on emploie aussi le mercure, qui, par amalgame, en fait pour ainsi dire l'extrait, en s'y attachant de préférence. Dans les travaux chimiques, on fait plus souvent usage des acides. « Pour séparer l'or de toute autre matière métallique, on le traite, dit mon savant ami M. de Morveau, soit avec des sels qui attaquent les métaux imparfaits à l'aide d'une chaleur violente, et qui s'approprient même l'argent qui pourroit lui être allié, tels que le vitriol, le nitre, et le sel marin; soit par le soufre ou par l'antimoine qui en contient abondamment; soit enfin par la coupellation, qui consiste à mêler l'or avec le double de son poids environ de plomb, qui, en se vitrifiant, entraîne avec lui et scorifie tous les autres métaux imparfaits; de sorte que le bouton de fin reste seul sur la coupelle, qui absorbe dans ses pores la litharge de plomb et les autres matières qu'elle a scorifiées. » La coupellation laisse donc l'or encore allié d'argent : mais on peut les séparer par le moyen des acides qui n'attaquent que l'un ou l'autre de ces métaux ; et comme l'or ne se laisse dissoudre par aucun acide simple ni par le soufre, et que tous peuvent dissoudre l'argent, on a, comme l'on voit, plusieurs moyens pour faire la séparation ou le départ de ces deux métaux. On emploie ordinairement l'acide nitreux; il faut qu'il soit pur, mais non pas trop fort ou concentré : c'est de tous les acides celui qui dissout l'argent avec plus d'énergie et sans aide de la chaleur, ou tout au plus avec une petite chaleur pour commencer la dissolution.

En général, pour que toute dissolution s'opère, il faut non seulement qu'il y ait une grande affinité entre le dissolvant et la matière à dissoudre, mais encore que l'une de ces deux matières soit fluide pour pouvoir pénétrer l'autre, en remplir tous les pores, et détruire par la force d'affinité celle de la cohérence des parties de la matière solide. Le mercure, par sa fluidité et par sa très-grande affinité avec l'or, doit être regardé comme l'un de ces dissolvans; car il le pénètre et semble le diviser dans toutes ses parties : cependant ce n'est qu'une union, une espèce d'alliage, et non pas une dissolution; et l'on a eu raison de donner à cet alliage le nom d'*amalgame*, parce que l'amalgame se détruit par la seule évaporation du mercure, et que d'ailleurs tous les vrais alliages ne peuvent se faire que par le feu, tandis que l'amalgame peut se faire à froid, et qu'il ne produit qu'une union particulière, qui est moins intime que celle des alliages naturels ou faits par la fusion : et en effet, cet amalgame ne prend jamais d'autre solidité que celle d'une pâte assez molle, toujours participant de la fluidité du mercure, avec quelque métal qu'on puisse l'unir ou le mêler. Cependant l'amalgame se fait encore mieux à chaud qu'à froid : le mercure, quoique du nombre des liquides, n'a pas la propriété de mouiller les matières terreuses, ni même les chaux métalliques; il ne contracte d'union qu'avec les métaux qui sont sous leur forme de métal; une assez petite quantité de mercure suffit pour les rendre friables, en sorte qu'on peut dans cet état les réduire en poudre par une simple trituration, et avec une plus grande quantité de mercure on en fait une pâte, mais qui n'a ni cohérence ni ductilité : c'est de cette manière très-simple qu'on peut amalgamer l'or, qui, de tous les métaux, a la plus grande affinité avec le mercure; elle est si puissante, qu'on la prendroit pour une espèce de magnétisme. L'or blanchit dès qu'il est touché par le mercure, pour peu même qu'il en reçoive les émanations; mais dans les métaux qui ne s'unissent avec lui que difficilement, il faut, pour le succès de l'amalgame, employer le secours du feu, en réduisant d'abord le métal en poudre très-fine, et faisant ensuite chauffer le mercure à peu pres au point où il commence à se volatiliser : on fait en même temps et séparément rougir la poudre du métal, et tout de suite on la triture avec le mercure chaud. C'est de cette manière qu'on l'amalgame avec le cuivre; mais l'on ne connoît aucun moyen de lui faire contracter union avec le fer.

Le vrai dissolvant de l'or est, comme nous l'avons dit, l'eau régale composée de deux acides, le nitreux et le marin; et comme s'il falloit toujours deux puissances réunies pour dompter ce métal, on peut encore le dissoudre par le foie de soufre,

qui est un composé de soufre et d'alcali fixe. Cependant cette dernière dissolution a besoin d'être aidée, et ne se fait que par le moyen du feu. On met l'or en poudre très-fine ou en feuilles brisées dans un creuset, avec du foie de soufre ; on les fait fondre ensemble, et l'or disparoît dans le produit de cette fusion : mais en faisant dissoudre dans l'eau ce même produit, l'or y reste en parfaite dissolution, il est aisé de le tirer par précipitation.

Les alliages de l'or avec l'argent et le cuivre sont fort en usage pour les monnoies et pour les ouvrages d'orfévrerie ; on peut de même l'allier avec tous les autres métaux : mais tout alliage lui fait perdre plus ou moins de sa ductilité; et la plus petite quantité d'étain, ou même la seule vapeur de ce métal, suffit pour le rendre aigre et cassant : l'argent est celui de tous qui diminue le moins sa trop grande ductilité.

L'or naturel et natif est presque toujours allié d'argent en plus ou moins grande proportion ; cet alliage lui donne de la fermeté et pâlit sa couleur : mais le mélange de cuivre l'exalte, la rend d'un jaune plus rouge, et donne à l'or un assez grand degré de dureté; c'est par cette dernière raison que quoique cet alliage du cuivre avec l'or en diminue la densité au delà des proportions du mélange, il est néanmoins fort en usage pour les monnoies, qui ne doivent ni se plier, ni s'effacer, ni s'étendre, et qui auroient tous ces inconvéniens si elles étoient fabriquées d'or pur.

Suivant M. Gellert, l'alliage de l'or avec le plomb devient spécifiquement plus pesant et il y a pénétration entre ces deux métaux; tandis que le contraire arrive dans l'alliage de l'or et de l'étain, dont la pesanteur spécifique est moindre : l'alliage de l'or avec le fer devient aussi spécifiquement plus léger ; il n'y a donc nulle pénétration entre ces deux métaux, mais une simple union de leurs parties, qui augmente le volume de la masse, au lieu de le diminuer, comme le fait la pénétration. Cependant ces deux métaux, dont les parties constituantes ne paroissent pas se réunir d'assez près dans la fusion, ne laissent pas d'avoir ensemble une grande affinité ; car l'or se trouve souvent, dans la nature, mêlé avec le fer, et de plus il facilite au feu la fusion de ce métal. Nos habiles artistes devroient donc mettre à profit cette propriété de l'or, et le préférer au cuivre, pour souder les petits ouvrages d'acier qui demandent le plus grand soin et la plus grande solidité; et ce qui me semble prouver encore la grande affinité de l'or avec le fer, c'est que, quand ces deux métaux se trouvent alliés, on ne peut les séparer en entier par le moyen du plomb ; et il en est de même de l'argent allié au fer, on est obligé d'y ajouter du bismuth pour achever de les purifier.

L'alliage de l'or avec le zinc produit un composé dont la masse est spécifiquement plus pesante que la somme des pesanteurs spécifiques de ces deux matières composantes; il y a donc pénétration dans le mélange de ce métal avec ce demi-métal, puisque le volume en devient plus petit : on a observé la même chose dans l'alliage de l'or et du bismuth. Au reste, on a fait un nombre prodigieux d'essais du mélange de l'or avec toutes les autres matières métalliques, que je ne pourrois rapporter ici sans tomber dans une trop grande prolixité.

Les chimistes ont recherché avec soin les affinités de ce métal, tant avec les substances naturelles qu'avec celles qui ne sont que le produit de nos arts ; et il s'est trouvé que ces affinités étoient dans l'ordre suivant : 1° l'eau régale, 2° le foie de soufre, 3° le mercure, 4° l'éther, 5° l'argent, 6° le fer, 7° le plomb. L'or a aussi beaucoup d'affinité avec les substances huileuses, volatiles et atténuées, telles que les huiles essentielles des plantes aromatiques, l'esprit-de-vin, et surtout l'éther; il en a aussi avec les bitumes liquides, tels que le naphte et le pétrole : d'où l'on peut conclure qu'en général c'est avec les matières qui contiennent le plus de principes inflammables et volatils que l'or a le plus d'affinité ; et dès lors on n'est pas en droit de regarder comme une chimère absurde l'idée que l'or rendu potable peut produire quelque effet dans les corps organisés, qui, de tous les êtres, sont ceux dont la substance contient la plus grande quantité de matière inflammable et volatile, et que, par conséquent, l'or extrêmement divisé puisse y produire de bons ou de mauvais effets, suivant les circonstances et les différens états où se trouvent ces mêmes corps organisés. Il me semble donc qu'on peut se tromper en prononçant affirmativement sur la nullité des effets de l'or pris intérieurement, comme remède, dans certaines maladies, parce que le médecin ni personne ne peut connoître tous les rapports que ce métal très-atténué peut avoir avec le feu qui nous anime.

Il en est de même de cette fameuse recherche appelée le *grand œuvre*, qu'on doit rejeter en bonne morale, mais qu'en saine

physique l'on ne peut pas traiter d'impossible. On fait bien de dégoûter ceux qui voudroient se livrer à ce travail pénible et ruineux, qui, même fût-il suivi du succès, ne seroit utile en rien à la société : mais pourquoi prononcer d'une manière décidée que la transmutation des métaux soit absolument impossible, puisque nous ne pouvons douter que toutes les matières terrestres, et même les élémens, ne soient tous convertibles ; qu'indépendamment de cette vue spéculative, nous connoissons plusieurs alliages dans lesquels la matière des métaux se pénètre et augmente de densité ? L'essence de l'or consiste dans la prééminence de cette qualité ; et toute matière qui par le mélange obtiendroit le même degré de densité ne seroit-elle pas de l'or ? Ces métaux mélangés, que l'alliage rend spécifiquement plus pesans par leur pénétration réciproque, ne semblent-ils pas nous indiquer qu'il doit y avoir d'autres combinaisons où cette pénétration étant encore plus intime, la densité deviendroit plus grande ?

On ne connoissoit ci-devant rien de plus dense que le mercure après l'or, mais on a récemment découvert la platine : ce minéral nous présente l'une de ces combinaisons où la densité se trouve prodigieusement augmentée, et plus que moyenne entre celle du mercure et celle de l'or. Mais nous n'avons aucun exemple qui puisse nous mettre en droit de prononcer qu'il y ait dans la nature des substances plus denses que l'or, ni des moyens d'en former par notre art : notre plus grand chef-d'œuvre seroit en effet d'augmenter la densité de la matière, au point de lui donner la pesanteur de ce métal ; peut-être ce chef-d'œuvre n'est-il pas impossible, et peut-être même y est-on parvenu ; car, dans le grand nombre des faits exagérés ou faux qui nous ont été transmis au sujet du *grand œuvre*, il y en a quelques-uns dont il me paroît assez difficile de douter : mais cela ne nous empêche pas de mépriser et même de condamner tous ceux qui, par cupidité, se livrent à cette recherche, souvent même sans avoir les connoissances nécessaires pour se conduire dans leurs travaux ; car il faut avouer qu'on ne peut rien tirer des livres d'alchimie ; ni la *Table hermétique*, ni la *Tourbe des philosophes*, ni *Philalèthe*, et quelques autres que j'ai pris la peine de lire [1], et même d'étudier, ne m'ont présenté que des obscurités, des procédés inintelligibles, où je n'ai rien aperçu, et dont je n'ai pu rien conclure, sinon que tous ces chercheurs de pierre philosophale ont regardé le mercure comme la base commune des métaux, et surtout de l'or et de l'argent. Becher, avec sa *terre mercurielle*, ne s'éloigne pas beaucoup de cette opinion ; il prétend même avoir trouvé le moyen de fixer cette base commune des métaux. Mais s'il est vrai que le mercure ne se fixe en effet que par un froid extrême, il n'y a guère d'apparence que le feu des fourneaux de tous ces chimistes ait produit le même effet ; cependant on auroit tort de nier absolument la possibilité de ce changement d'état dans le mercure, puisque malgré la fluidité qui lui paroît être essentielle il est dans le cinabre sous une forme solide, et que nous ne savons pas si sa substance ou sa vapeur, mêlée avec quelque autre matière que le soufre, ne prendroit pas une forme encore plus solide, plus concrète et plus dense. Le projet de la transmutation des métaux et celui de la fixation du mercure doivent donc être rejetés, non comme des idées chimériques ni des absurdités, mais comme des entreprises téméraires, dont le succès est plus que douteux. Nous sommes encore si loin de connoître tous les effets des puissances de la nature, que nous ne devons pas les juger exclusivement par celles qui nous sont connues, d'autant que toutes les combinaisons possibles ne sont pas, à beaucoup près, épuisées, et qu'il nous reste sans doute plus de choses à découvrir que nous n'en connoissons.

En attendant que nous puissions pénétrer plus profondément dans le sein de cette nature inépuisable, bornons-nous à la contempler et à la décrire par les faces qu'elle nous présente : chaque sujet, même le plus simple, ne laisse pas d'offrir un si grand nombre de rapports, que l'ensemble en est encore très-difficile à saisir. Ce que nous avons dit jusqu'ici sur l'or n'est pas, à beaucoup près, tout ce qu'on pourroit en dire : ne négligeons, s'il est possible, aucune observation, aucun fait remarquable sur ses mines, sur la manière de les travailler, et sur les lieux où on les trouve. L'or, dans ses mines primitives, est ordinairement en filets, en rameaux, en feuilles, et quelquefois cristallisé en très-petits grains de forme octaèdre. Cette cristallisation, ainsi que toutes ces ramifications, n'ont pas été produites

1. Je puis même dire que j'ai vu un bon nombre de ces messieurs *adeptes*, dont quelques-uns sont venus de fort loin pour me consulter, disoient-ils, et me faire part de leurs travaux ; mais tous ont bientôt été dégoûtés de ma conversation par mon peu d'enthousiasme.

par l'intermède de l'eau, mais par l'action du feu primitif qui tenoit encore ce métal en fusion : il a pris toutes ces formes dans les fentes du quartz, quelque temps après sa consolidation. Souvent ce quartz est blanc, et quelquefois il est teint d'un jaune couleur de corne ; ce qui a fait dire à quelques minéralogistes qu'on trouvoit l'or dans la pierre de corne comme dans le quartz : mais la vraie pierre de corne étant d'une formation postérieure à celle du quartz, l'or qui pourroit s'y trouver ne seroit lui-même que de seconde formation : l'or primordial fondu ou sublimé par le feu primitif s'est logé dans les fentes que le quartz, déjà décrépité par les agens extérieurs, lui offroit de toutes parts, et communément il s'y trouve allié d'argent, parce qu'il ne faut qu'à peu près le même degré de chaleur pour fondre et sublimer ces deux métaux. Ainsi l'or et l'argent ont occupé en même temps les fentes perpendiculaires de la roche quartzeuse, et ils ont en commun formé les mines primordiales de ces métaux : toutes les mines secondaires en ont successivement tiré leur origine quand les eaux sont venues dans la suite attaquer ces mines primitives, et en détacher les grains et les parcelles qu'elles ont entraînés et déposés dans le lit des rivières et dans les terres adjacentes, et ces débris métalliques, rapprochés et rassemblés, ont quelquefois formé des agrégats qu'on reconnoît être des ouvrages de l'eau, soit par leur structure, soit par leur position dans les terres et les sables.

Il n'y a donc point de mines dont l'or soit absolument pur ; il est toujours allié d'argent : mais cet alliage varie en différentes proportions, suivant les différentes mines [1] ; et dans la plupart il y a beaucoup plus d'argent que d'or ; car comme la quantité de l'argent s'est trouvée surpasser de beaucoup celle de l'or, les alliages naturels résultans de leur mélange sont presque tous composés d'une bien plus grande quantité d'argent que d'or.

Ce métal mixte de première formation est, comme nous l'avons dit, engagé dans un roc quartzeux auquel il est étroitement uni ; pour l'en tirer, il faut donc commencer par broyer la pierre, en laver la poudre pour en séparer les parties moins pesantes que celles du métal, et achever cette séparation par le moyen du mercure, qui, s'amalgamant avec les particules métalliques, laisse à part le restant de la matière pierreuse : on enlève ensuite le mercure en donnant à cette masse amalgamée un degré de chaleur suffisant pour le volatiliser ; après quoi il ne reste plus que la portion métallique, composée d'or et d'argent : on sépare enfin ces deux métaux, autant qu'il est possible, par les opérations du départ, qui cependant ne laissent jamais l'or parfaitement pur [2], comme s'il étoit impossible à notre art de séparer en entier ce que la nature a réuni ; car de quelque manière que l'on procède à cette séparation de l'or et de l'argent, qui, dans la nature, ne sont le plus souvent qu'une masse commune, ils restent toujours mêlés d'une petite portion du métal qu'on tâche d'en séparer [3], de sorte que ni l'or ni l'argent ne sont jamais dans un état de pureté absolue.

Cette opération du *départ*, ou séparation de l'or et de l'argent, suppose d'abord que la masse d'alliage ait été purifiée par le plomb, et qu'elle ne contienne aucune autre matière métallique, sinon de l'or et de l'argent. On peut y procéder de trois manières différentes, en se servant des substances qui, soit à chaud, soit à froid, n'attaquent pas l'or, et peuvent néanmoins dissoudre l'argent. 1° L'acide nitreux n'attaque pas l'or et dissout l'argent ; l'or reste donc seul après la dissolution de l'argent. 2° L'acide marin, comme l'acide nitreux, a la vertu de dissoudre l'argent sans attaquer l'or, et par conséquent la puissance de les séparer : mais le départ par l'acide nitreux est plus complet et bien plus facile ; il se fait par la voie humide et à l'aide d'une très-petite chaleur, au lieu que le départ par l'acide marin, qu'on appelle *départ concentré*, ne peut se faire que par une suite de procédés assez difficiles. 3° Le soufre a aussi la

1. Pline parle d'un or des Gaules qui ne contenoit qu'un *trente-sixième d'argent*. En admettant le fait, cet or seroit le plus pur qu'on eût jamais trouvé.

2. Je crois cependant qu'il n'est pas impossible de séparer absolument l'or et l'argent l'un de l'autre en multipliant les opérations et les moyens, et qu'au moins on arriveroit à une approximation si grande, qu'on pourroit regarder comme nulle la portion presque infiniment petite qui resteroit contenue dans l'autre.

3. M. Cramer, dans sa *Docimasie*, assure que si le départ se fait par l'eau-forte, il reste toujours une petite portion d'argent unie à l'or ; et de même que quand on fait le départ par l'eau régale, il reste toujours une petite portion d'or unie à l'argent ; et il estime cette proportion depuis un deux-centième jusqu'à un cent-cinquantième.

M. Tillet observe qu'il est très-vrai qu'on n'obtient pas de l'or parfaitement pur par la voie du départ, mais que cependant il est possible de parvenir à ce but par la dissolution de l'or fin dans l'eau régale, ou par des cémentations réitérées.

même propriété de dissoudre l'argent sans toucher à l'or, mais ce n'est qu'à l'aide de la fusion, c'est-à-dire d'une chaleur violente; et comme le soufre est très-inflammable, et qu'il se brûle et se volatilise en grande partie en se mêlant au métal fondu, on préfère l'antimoine pour faire cette espèce de départ sec, parce que le soufre étant uni dans l'antimoine aux parties régulines de ce demi-métal, il résiste plus à l'action du feu, et pénètre le métal en fusion, dans lequel il scorifie l'argent et laisse l'or au dessous. De ces trois agens, l'acide nitreux est celui qu'on doit préférer [1], la manipulation des deux autres étant plus difficile, et la purification plus incomplète que par le premier.

On doit observer que pour faire par l'acide nitreux le départ avec succès, il ne faut pas que la quantité d'or contenue dans l'argent soit de plus de deux cinquièmes; car alors cet acide ne pourroit dissoudre les parties d'argent, qui, dans ce cas, seroient défendues et trop couvertes par celles de l'or pour être attaquées et saisies. S'il se trouve donc plus de deux cinquièmes d'or dans la masse dont on veut faire le départ, on est obligé de la faire fondre, et d'y ajouter autant d'argent qu'il en faut pour qu'il n'y ait en effet que deux cinquièmes d'or dans cette nouvelle masse : ainsi l'on s'assurera d'abord de cette proportion, et il me semble que cela seroit facile par la balance hydrostatique, et que ce moyen seroit bien plus sûr que la pierre de touche et les aiguilles alliées d'or et d'argent à différentes doses, dont se servent les essayeurs pour reconnoître cette quantité dans la masse de ces métaux alliés. On a donc eu raison de proscrire cette pratique dans les monnoies de France [2]; car ce n'est au vrai qu'un tâtonnement dont il ne peut résulter qu'une estimation incertaine, tandis que par la différente pesanteur spécifique de ces deux métaux on auroit un résultat précis de la proportion de la quantité de chacun dans la masse alliée dont on veut faire le départ. Quoi qu'il en soit, lorsqu'on s'est à peu près assuré de cette proportion, et que l'or n'y est que pour un quart ou au dessous, on doit employer de l'eau-forte ou acide nitreux bien pur, c'est-à-dire exempt de tout autre acide, et surtout du vitriolique et du marin; on verse cette eau-forte sur le métal réduit en grenailles ou en lames très-minces : il en faut un tiers de plus qu'il n'y a d'argent dans l'alliage. On aide la dissolution par un peu de chaleur, et on la rend complète en renouvelant deux ou trois fois l'eau-forte, qu'on fait même bouillir avant de la séparer de l'or, qui reste seul au fond du vaisseau, et qui n'a besoin que d'être bien lavé dans l'eau chaude pour achever de se nettoyer des petites parties de la dissolution d'argent attachées à sa surface; et lorsqu'on a obtenu l'or, on retire ensuite l'argent de la dissolution, soit en le faisant précipiter, soit en distillant l'eau-forte pour la faire servir une seconde fois.

Toute masse dont on veut faire le départ par cette voie ne doit donc contenir que deux cinquièmes d'or au plus sur trois cinquièmes d'argent; et, dans cet état, la couleur de ces deux métaux alliés est presque aussi blanche que l'argent pur; et loin qu'une plus grande quantité de ce dernier métal nuisît à l'effet du départ, il est au contraire d'autant plus aisé à faire, que la proportion de l'argent à l'or est plus grande. Ce n'est que quand il y a environ moitié d'or dans l'alliage, qu'on s'en aperçoit à sa couleur, qui commence à prendre un œil de jaune foible.

Pour reconnoître au juste l'aloi ou le titre de l'or, il faut donc faire deux opérations : d'abord le purger, au moyen du plomb, de tout mélange étranger, à l'exception de l'argent, qui lui reste uni, parce que le plomb ne les attaque ni l'un ni l'autre; et ensuite il faut faire le départ par le

1. MM. Brandt, Schœffer, Bergman, et d'autres, ayant avancé que l'acide nitreux, quoique très-pur, pouvoit dissoudre une certaine quantité d'or, et cet effet paroissant devoir influer sur la sûreté de l'importante opération du départ, les chimistes de notre Académie des Sciences ont été chargés de faire des expériences à ce sujet; et ces expériences ont prouvé que l'acide nitreux n'attaque point ou très-peu l'or, puisqu'après en avoir séparé l'argent qui y étoit allié, et dont on connoissoit la proportion, on a toujours retrouvé juste la même quantité d'or. Cependant ils ajoutent, dans le rapport de leurs épreuves, « qu'il ne faut pas conclure que, dans aucun cas, l'acide nitreux ne puisse faire éprouver à l'or quelque très-foible déchet. L'acide nitreux le plus pur se charge de quelques particules d'or : mais nous pouvons assurer que les circonstances nécessaires à la production de cet effet sont absolument étrangères au départ d'essai; que dans ce dernier, lorsqu'on le pratique suivant les règles et l'usage reçu, il ne peut jamais y avoir le moindre déchet sur l'or. »

2. M. Tillet m'écrit, à ce sujet, qu'on ne fait point usage des *touchaux* pour le travail des monnoies de France; le titre des espèces n'y est constaté que par l'opération de l'essai ou du départ. Les orfèvres emploient, il est vrai, le touchau dans leur maison commune; mais ce n'est que pour les menus ouvrages en si petit volume, qu'ils offrent à peine la matière de l'essai en règle, et qu'ils sont incapables de supporter le poinçon de marque.

moyen de l'eau-forte. Ces opérations de l'essai et du départ, quoique bien connues des chimistes, des monnoyeurs, et des orfèvres, ne laissent pas d'avoir leurs difficultés par la grande précision qu'elles exigent, tant pour le régime du feu que pour le travail des matières, d'autant que par le travail le mieux conduit, on ne peut arriver à la séparation entière de ces métaux; car il restera toujours une petite portion d'argent dans l'or le plus raffiné, comme une portion de plomb dans l'argent le plus épuré [1].

Nous ne pouvons nous dispenser de parler des différens emplois de l'or dans les arts, et de l'usage ou plutôt de l'abus qu'on en fait par un vain luxe, pour faire briller nos vêtemens, nos meubles, et nos appartemens, en donnant la couleur de l'or à tout ce qui n'en est pas, et l'air de l'opulence aux matières les plus pauvres; et cette ostentation se montre sous mille formes différentes. Ce qu'on appelle *or de couleur* n'en a que l'apparence; ce n'est qu'un simple vernis qui ne contient point d'or, et avec lequel on peut néanmoins donner à l'argent et au cuivre la couleur jaune et brillante de ce précieux métal. Les garnitures en cuivre de nos meubles, les bras, les feux de cheminée, etc., sont peints de ce vernis couleur d'or, ainsi que les cuirs qu'on appelle *dorés*, et qui ne sont réellement qu'étamés et peints ensuite avec ce vernis doré. A la vérité, cette fausse dorure diffère beaucoup de la vraie, et il est très-aisé de les distinguer; mais on fait avec le cuivre réduit en feuilles minces une autre espèce de dorure, qui peut en imposer lorsqu'on la peint avec ce même vernis couleur d'or. La vraie dorure est celle où l'on emploie de l'or : il faut pour cela qu'il soit réduit en feuilles très-minces ou en poudre fort fine; et pour dorer tout métal il suffit d'en bien nettoyer la surface, de le faire chauffer, et d'y appliquer exactement ces feuilles ou cette poudre d'or, par la pression et le frottement doux d'une pierre hématite, qui le brillante et le fait adhérer. Quelque simple que soit cette manière de dorer, il y en a une autre peut-être encore plus facile; c'est d'étendre sur le métal qu'on veut dorer un amalgame d'or et de mercure, de chauffer ensuite assez pour faire exhaler en vapeurs le mercure, qui laisse l'or sur le métal, qu'il ne s'agit plus que de frotter avec le brunissoir pour le rendre brillant : il y a encore d'autres manières de dorer. Mais c'est peut-être déjà trop, en histoire naturelle, que de donner les principales pratiques de nos arts.

Mais nous laisserions imparfaite cette histoire de l'or, si nous ne rapportions pas ici tous les renseignemens que nous avons recueillis sur les différens lieux où se trouve ce métal. Il est, comme nous l'avons dit, universellement répandu, mais en atomes infiniment petits, et il n'y a que quelques endroits particuliers où il se présente en particules sensibles et en masses assez palpables pour être recueillies. En parcourant dans cette vue les quatre parties du monde, on verra qu'il n'y a que peu de mines d'or proprement dites dans les régions du nord, quoiqu'il y ait plusieurs mines d'argent qui presque toujours est allié d'une petite quantité d'or. Il se trouve aussi très-peu de vraies mines d'or dans les climats tempérés; il y en a seulement quelques-unes où l'on a rencontré de petits morceaux de ce métal massif : mais, dans presque toutes, l'or n'est qu'en petite quantité dans l'argent, avec lequel il est toujours mêlé. Les mines d'or les plus riches sont dans les pays les plus chauds, et particulièrement dans ceux où les hommes ne se sont pas anciennement établis en société policée, comme en Afrique et en Amérique; car il est très-probable que l'or est le premier métal dont on se soit servi : plus remarquable par son poids qu'aucun autre, et plus fusible que le cuivre et le fer, il aura bientôt été reconnu, fondu, travaillé. On peut citer pour preuve les Péruviens et les Mexicains, dont les vases et les instrumens étoient d'or, et qui n'en avoient que peu de cuivre et point du tout de fer, quoique ces métaux soient abondans dans leur pays : leurs arts n'étoient pour ainsi dire qu'ébauchés, parce qu'eux-mêmes étoient des hommes nouveaux, et qui n'étoient qu'à demi policés depuis cinq ou six siècles. Ainsi, dans les premiers temps de la civilisation de l'espèce humaine, l'or, qui, de tous les métaux, s'est présenté le premier à la surface de la terre, ou à de

1. J'observerai ici, avec M. Tillet, qu'on a tort de négliger la petite quantité d'argent que la litharge entraîne toujours dans la coupelle; car cette quantité négligée donne lieu à des rapports constamment faux de la quantité juste d'argent que contiennent intrinsèquement les lingots dont les essayeurs établissent le titre. Ce point assez délicat de docimasie a été traité dans plusieurs mémoires insérés dans ceux de l'Académie des Sciences, et notamment dans un Mémoire de M. Tillet, qui se trouve dans le volume de l'année 1769 : on y voit clairement de quelle conséquence il pourroit être qu'on ne négligeât pas la petite quantité de fin que la coupelle absorbe.

petites profondeurs, a été recueilli, employé et travaillé, en sorte que dans les pays peuplés et civilisés plus anciennement que les autres, c'est-à-dire dans les régions septentrionales et tempérées, il n'est resté pour la postérité que le petit excédant de ce qui n'a pas été consommé; au lieu que dans ces contrées méridionales de l'Afrique et de l'Amérique, qui n'ont été peuplées que les dernières, et où les hommes n'ont jamais été policés, la quantité de ce métal s'est trouvée tout entière, et telle pour ainsi dire que la nature l'avoit produite et confiée à la terre encore vierge. L'homme n'en avoit pas encore déchiré les entrailles, son sein étoit à peine effleuré, lorsque les conquérans du Nouveau-Monde en ont forcé les habitans à la fouiller dans toutes ses parties par des travaux immenses : les Espagnols et les Portugais ont, en moins d'un siècle, plus tiré d'or du Mexique et du Brésil que les naturels du pays n'en avoient recueilli depuis le premier temps de leur population. La Chine, dira-t-on, semble nous offrir un exemple contraire; ce pays, très-anciennement policé, est encore abondant en mines d'or, qu'on dit être assez riches : mais ne dit-on pas en même temps avec plus de vérité que la plus grande partie de l'or qui circule à la Chine vient des pays étrangers? Plusieurs empereurs chinois, assez sages, assez humains pour épargner la sueur et ménager la vie de leurs sujets, ont défendu l'extraction des mines dans toute l'étendue de leur domination [1] : ces défenses ont subsisté long-temps, et n'ont été qu'assez rarement interrompues. Il se pourroit donc en effet qu'il y eût encore à la Chine des mines intactes et riches, comme dans les contrées heureuses où les hommes n'ont pas été forcés de les fouiller : car les travaux des mines, dans le Nouveau-Monde, ont fait périr, en moins de deux ou trois siècles, plusieurs millions d'hommes; et cette plaie faite à l'humanité, loin de nous avoir procuré des richesses réelles, n'a servi qu'à nous surcharger d'un poids aussi lourd qu'inutile. Le prix des denrées étant toujours proportionnel à la quantité du métal qui n'en est que le signe, l'augmentation de cette quantité est plutôt un mal qu'un bien; vingt fois moins d'or et d'argent rendroient le commerce vingt fois plus léger, puisque tout signe en grosse masse, toute représentation en grand volume, est plus pénible à transporter, coûte plus à manier et circule moins aisément qu'une petite quantité qui représenteroit également et aussi bien la valeur de toute chose. Avant la découverte du Nouveau-Monde il y avoit réellement vingt fois moins d'or et d'argent en Europe; mais les denrées coûtoient vingt fois moins. Qu'avons-nous donc acquis avec ces millions de métal? la charge de leur poids.

Et cette surcharge de quantité deviendroit encore plus grande, et peut-être immense, si la cupidité ne s'opposoit pas à elle-même des obstacles, et n'étoit arrêtée par des bornes qu'elle ne peut franchir. Quelque ardente qu'ait été dans tous les temps la soif de l'or, on n'a pas toujours eu les mêmes moyens de l'étancher; ces moyens ont même diminué d'autant plus qu'on s'en est plus servi : par exemple, en supposant, comme nous le faisons ici, qu'avant la conquête du Mexique et du Pérou, il n'y eût en Europe que la vingtième partie de l'or et de l'argent qui s'y trouve aujourd'hui, il est certain que le profit de l'extraction de ces mines étrangères, dans les premières années pendant lesquelles on a doublé cette première quantité, a été plus grand que le profit d'un pareil nombre d'années pendant lesquelles on l'a triplé, et encore bien plus grand que celui des années subséquentes. Le bénéfice réel a donc diminué en même proportion que le nombre des années s'est augmenté, en supposant égalité de produit dans chacune; et si l'on trouvoit actuellement une mine assez riche pour en tirer autant d'or qu'il y en avoit eu en Europe avant la découverte du Nouveau-Monde, le profit de cette mine ne seroit aujourd'hui que d'un vingtième, tandis qu'alors il auroit été du double. Ainsi, plus on a fouillé ces mines riches, et plus on s'est appauvri : richesse toujours fictive et pauvreté réelle dans le premier comme dans le dernier temps; masses d'or et d'argent, signes lourds, monnoies pesantes, dont loin de l'augmenter on devroit diminuer la quantité en fermant ces mines comme autant de gouffres funestes à l'humanité, d'autant qu'aujourd'hui leur produit suffit à peine pour la subsistance des malheureux qu'on y emploie ou condamne : mais jamais les nations ne se confédereront pour un bien général à faire au genre humain, et rien ici ne peut nous consoler, sinon l'espérance très-fondée que dans quelques siècles, et peut-être plus tôt, on sera forcé d'abandonner ces affreux travaux, que l'or même, devenu trop commun, ne pourra plus payer.

En attendant, nous sommes obligés de

1. Les anciens Romains avoient eu la même sagesse.

suivre le torrent, et je manquerois à mon objet si je ne faisois pas ici mention de tous les lieux qui nous fournissent ou peuvent nous fournir ce métal, lequel ne deviendra vil que quand les hommes s'ennobliront par des vues de sagesse dont nous sommes encore bien éloignés. On continuera donc à chercher l'or partout où il pourra se trouver, sans faire attention que si la recherche coûte à peu près autant que tout autre travail, il n'y a nulle raison d'y employer des hommes qui, par la culture de la terre, se procureroient une subsistance aussi sûre, et augmenteroient en même temps la richesse réelle, le vrai bien de toute société, par l'abondance des denrées, tandis que celle du métal ne peut y produire que le mal de la disette et d'un surcroît de cherté.

Nous avons en France plusieurs rivières ou ruisseaux qui charrient de l'or en paillettes, que l'on recueille dans leurs sables; et il s'en trouve aussi en paillettes et en poudre dans les terres voisines de leurs bords. Les chercheurs de cet or, qu'on appelle *orpailleurs*, gagneroient autant et plus à tout autre métier; car à peine la récolte de ces paillettes d'or va-t-elle à vingt-cinq ou trente sous par jour. Cette même recherche, ou plutôt cet emploi du temps étoit, comme nous venons de le dire, vingt fois plus profitable du temps des Romains, puisque l'orpailleur pouvoit alors gagner vingt fois sa subsistance : mais à mesure que la quantité du métal s'est augmentée, et surtout depuis la conquête du Nouveau-Monde, le même travail des orpailleurs a moins produit, et produira toujours de moins en moins; en sorte que ce petit métier, déjà tombé, tombera tout-à-fait, pour peu que cette quantité de métal augmente encore. L'or d'Amérique a donc enterré l'or de France, en diminuant vingt fois sa valeur; il a fait le même tort à l'Espagne, dont les intérêts bien entendus auroient exigé qu'on n'eût tiré des mines de l'Amérique qu'autant d'or qu'il en falloit pour fournir les colonies, et en maintenir la valeur numéraire en Europe toujours sur le même pied à peu près. Jules-César cite l'Espagne et la partie méridionale des Gaules comme très-abondantes en or; elles l'étoient en effet, et le seroient encore si nous n'avions pas nous-mêmes changé cette abondance en disette, et diminué la valeur de notre propre bien en recevant celui de l'étranger. L'augmentation de toute quantité ou denrée nécessaire aux besoins ou utile au service de l'homme est certainement un bien; mais l'augmentation du métal qui n'en est que le signe ne peut pas être un bien, et ne fait que du mal, puisqu'elle réduit à rien la valeur de ce même métal dans toutes les terres et chez tous les peuples qui s'en sont laissé surcharger par des importations étrangères.

Autant il seroit nécessaire de donner de l'encouragement à la recherche et aux travaux des mines des matières combustibles et des autres minéraux si utiles aux arts et au bien de la société, autant il seroit sage de faire fermer toutes celles d'or et d'argent, et de laisser consommer peu à peu ces masses trop énormes sous lesquelles sont écrasées nos caisses, sans que nous en soyons plus riches ni plus heureux.

Au reste, tout ce que nous venons de dire ne doit dégrader l'or qu'aux yeux de l'homme sage, et ne lui ôte pas le haut rang qu'il tient dans la nature; il est le plus parfait des métaux, la première substance entre toutes les substances terrestres, et il mérite à tous égards l'attention du philosophe naturaliste : c'est dans cette vue que nous recueillerons ici les faits relatifs à la recherche de ce métal, et que nous ferons l'énumération des différens lieux où il se trouve.

En France, le Rhin, le Rhône, l'Arve, le Doubs, la Cèse, le Gardon, l'Arriège, la Garonne, le Salat, charrient des paillettes et des grains d'or qu'on trouve dans leurs sables, surtout aux angles rentrans de ces rivières. Ces paillettes ont souvent leurs bords arrondis ou repliés; et c'est par là qu'on les distingue, encore plus aisément que par le poids, des paillettes de mica, qui quelquefois sont de la même couleur et ont même plus de brillant que celles d'or. On trouve aussi d'assez gros grains d'or dans les rigoles formées par les eaux pluviales dans les terrains montagneux de Fériès et de Bénagues. On a vu de ces grains, dit M. Guettard, qui pesoient une demi-once : ces grains et paillettes d'or sont accompagnés d'un sable ferrugineux. Il ajoute que dès qu'on s'éloigne de ces montagnes seulement de cinq ou six lieues, on ne trouve plus de grains d'or, mais seulement des paillettes très-minces. Cet académicien fait encore mention de l'or en paillettes qu'on a trouvé en Languedoc et dans le pays de Foix. M. de Gensanne dit aussi qu'il y en a dans plusieurs rivières des diocèses d'Uzès et de Montpellier : ces grains et paillettes d'or qui se trouvent dans les rivières et terres adjacentes viennent, comme je l'ai dit, des mines renfermées dans les montagnes voisines; mais on ne connoît actuellement qu'un très-petit nombre de ces

mines en montagne [1]. Il y en a une dans les Vosges, près de Steingraben, où l'on a trouvé des feuilles d'or vierge d'un haut titre, dans un *spath* fort blanc; une autre à Saint-Marcel-les-Jussey en Franche-Comté, que l'éboulement des terres n'a pas permis de suivre. Les Romains ont travaillé des mines d'or à la montagne d'Orel en Dauphiné; et l'on connoît encore aujourd'hui une mine d'argent tenant or à l'Ermitage, au dessus de Tain, et dans les montagnes du Pontel en Dauphiné. On en a aussi reconnu à Banjoux en Provence; à Londat, à Rivière et à la montagne d'Argentière, dans le comté de Foix; dans le Bigorre, en Limosin, en Auvergne, et même en Normandie et dans l'Ile-de-France. Toutes ces mines et plusieurs autres étoient autrefois bien connues, et même exploitées; mais l'augmentation de la quantité du métal venu de l'étranger a fait abandonner le travail de ces mines, dont le produit n'auroit pu payer la dépense, tandis que, anciennement, ce même travail étoit très-profitable.

En Hongrie il y a plusieurs mines d'or dont on tireroit un grand produit, si ce métal n'étoit pas devenu si commun. La plupart de ces mines sont travaillées depuis long-temps, surtout dans les montagnes de Cremenitz et de Schemnitz, où l'on trouve encore de temps en temps quelques nouveaux filons; il y en avoit sept en exploitation dans le temps d'Alphonse Barba, qui dit que la plus riche étoit celle de Cremenitz; elle est d'une grande étendue, et l'on assure qu'on y travaille depuis plus de mille ans: on l'a fouillée dans plusieurs endroits à plus de cent soixante brasses de profondeur. Il y a aussi des mines d'or en Transylvanie, dans lesquelles on a trouvé de l'or vierge. Rzaczynski parle des mines des monts Krapacks, et entre autres d'une veine fort riche dont l'or est en poudre. En Suède on a découvert quelques mines d'or; mais le minerai n'a rendu que la trente-deuxième partie d'une once par quintal. Enfin on a aussi reconnu de l'or en Suisse, dans plusieurs endroits de la Valteline, et particulièrement dans la montagne de l'Oro, qui en a tiré son nom. L'on en trouve aussi dans le canton d'Underwald. Plusieurs montagnes dans les Alpes en roulent des paillettes; le Rhin dans le pays des Grisons, la Reuss, l'Aar et plusieurs autres, aux cantons de Lucerne, de Soleure, etc. Le Tage et quelques autres fleuves d'Espagne ont été célébrés par les anciens, à cause de l'or qu'ils roulent; et il n'est pas douteux que toutes ces paillettes et grains d'or que l'on trouve dans les eaux qui découlent des Alpes, des Pyrénées, et des montagnes intermédiaires, ne proviennent des mines primitives renfermées dans ces montagnes, et que si l'on pouvoit suivre ces courans d'eau chargés d'or jusqu'à leur source, on ne seroit pas éloigné du lieu qui les recèle: mais, je le répète, ces travaux seroient maintenant très-inutiles, et leur produit bien superflu. J'observerai seulement, d'après l'exposition qui vient d'être faite, que les rivières auriferes sont plus souvent situées au couchant qu'au levant des montagnes. La France, qui est à l'ouest des Alpes, a beaucoup plus de cet or de transport que l'Italie et l'Allemagne, qui sont situées à l'est. Nous verrons, par l'examen des régions où l'on recueille l'or en paillettes, si cette observation doit être présentée comme un fait général.

La plupart des peuples de l'Asie ont anciennement tiré de l'or du sein de la terre, soit dans les montagnes qui produisent ce métal, soit dans les rivières qui en charrient les débris. Il y en a une mine en Turquie, à peu de distance du chemin de Salonique à Constantinople, qui, du temps du voyageur Paul Lucas, étoit en pleine exploitation, et affermée par le grand-seigneur. L'île de *Thasos*, aujourd'hui *Thaso*, dans l'Archipel, étoit célèbre chez les anciens, à cause de ses riches mines d'or: Hérodote en parle, et dit aussi qu'il y avoit beaucoup d'or dans les montagnes de la Thrace, dont l'une s'éboula par la sape des grands travaux qu'on y avoit faits pour en tirer ce métal. Ces mines de l'île de Thaso sont actuellement abandonnées; mais il y en a une dans le milieu de l'île de Chypre, près de la ville de Nicosie, d'où l'on tire encore beaucoup d'or.

Dans la Mingrélie, à six journées de Tiflis, il y a des mines d'or et d'argent; on en trouve aussi dans la Perse, auxquelles il paroît qu'on a travaillé anciennement: mais on les a abandonnées comme en Europe, parce que la dépense excédoit le produit; et aujourd'hui tout l'or et l'argent de Perse vient des pays étrangers.

Les montagnes qui séparent le Mogol de la Tartarie sont riches en mines d'or et d'argent: les habitans de la Bucharie recueillent ces métaux dans le sable des torrens qui tombent de ces montagnes. Dans le Thibet, au delà du royaume de Cachemire, il y a trois montagnes dont l'une produit de l'or,

1. Le pays des Tarbelliens, que quelques-uns disent être le territoire de Tarbes, d'autres celui de Dax, produisoit autrefois de l'or, suivant le témoignage de Strabon.

la seconde des grenats, et la troisième du lapis : il y a aussi de l'or au royaume de Tipra et dans plusieurs rivières de la dépendance du grand-lama, et la plus grande partie de cet or est transportée à la Chine. On a reconnu des mines d'or et d'argent dans le pays d'Azem, sur les frontières du Mogol. Le royaume de Siam est l'un des pays du monde où l'or paroît le plus commun; mais nous n'avons aucune notice sur les mines de cette contrée. La partie de l'Asie où l'on trouve le plus d'or est l'île de Sumatra : les habitans d'Achem en recueillent sur le penchant des montagnes, dans les ravines creusées par les eaux; cet or est en petits morceaux, et passe pour être très-pur. D'autres voyageurs disent au contraire que cet or d'Achem est de très-bas aloi, même plus bas que celui de la Chine; ils ajoutent qu'il se trouve à l'ouest ou sud-ouest de l'île, et que quand les Hollandois vont y chercher le poivre, les paysans leur en apportent une bonne quantité : d'autres mines d'or dans la même île se trouvent dans les environs de la ville de Tikon; mais aucun voyageur n'a donné d'aussi bons renseignemens sur ces mines que M. Hermann Grimm, qui a fait sur cela, comme sur plusieurs autres sujets d'histoire naturelle, de très-bonnes observations.

L'île de Célèbes ou de Macassar produit aussi de l'or, que l'on tire du sable des rivières. Il en est de même de l'île de Bornéo; et dans les montagnes de l'île de Timor il se trouve de l'or très-pur. Il y a aussi quelques mines d'or et d'argent aux Maldives, à Ceylan, et dans presque toutes les îles de la mer des Indes jusqu'aux îles Philippines, d'où les Espagnols en ont tiré une quantité assez considérable.

Dans la partie méridionale du continent de l'Asie on trouve, comme dans les îles, de très-riches mines d'or, à Camboye, à la Cochinchine, au Tunquin, à la Chine, où plusieurs rivières en charrient : mais, selon les voyageurs, cet or de la Chine est d'assez bas aloi; ils assurent que les Chinois apportent à Manille de l'or qui est très-blanc, très-mou, et qu'il faut allier avec un cinquième de cuivre rouge pour lui donner la couleur et la consistance nécessaires dans les arts. Les îles du Japon et celle de Formose sont peut-être encore plus riches en mines d'or que la Chine. Enfin l'on trouve de l'or jusqu'en Sibérie; en sorte que ce métal, quoique plus abondant dans les contrées méridionales de l'Asie, ne laisse pas de se trouver aussi dans les régions de cette grande partie du monde.

Les terres de l'Afrique sont plus intactes et par conséquent plus riches en or que celles de l'Asie. Les Africains en général, beaucoup moins civilisés que les Asiatiques, se sont rarement donné la peine de fouiller la terre à de grandes profondeurs; et quelque abondantes que soient les mines d'or dans leurs montagnes, ils se sont contentés d'en recueillir les débris dans les vallées adjacentes, qui étoient et même sont encore très-richement pourvues de ce métal. Dès l'année 1442, les Maures voisins du cap Baïador offrirent de la poudre d'or aux Portugais, et c'étoit la première fois que les Européens eussent vu de l'or en Afrique. La recherche de ce métal suivit de près ces offres; car en 1461 on fit commerce de l'*or de la mina* (or de la mine), au cinquième degré de latitude nord, sur cette même côte qu'on a depuis nommée la *côte d'Or*. Il y avoit néanmoins de l'or dans les parties de l'Afrique anciennement connues, et dans celles qui avoient été découvertes long-temps avant le cap Baïador : mais il y a toute apparence que les mines n'en avoient pas été fouillées, ni même reconnues; car le voyageur Roberts est le premier qui ait indiqué des mines d'or dans les îles du cap Vert. La côte d'Or est encore aujourd'hui l'une des parties de l'Afrique qui produit la plus grande quantité de ce métal : la rivière d'Axim en charrie des paillettes et des grains qu'elle dépose dans le sable en assez grande quantité pour que les Nègres prennent la peine de plonger et de tirer ce sable du fond de l'eau. On recueille aussi beaucoup d'or par le lavage dans les terres du royaume de Kanon, à l'est et au nord-est de Galam, où il se trouve presque à la surface du terrain. Il y en a aussi dans le royaume de Tombut, ainsi qu'à Gago et à Zanfara. Il y en a de même dans plusieurs endroits de la Guinée, et dans les terres voisines de la rivière de Gambra, ainsi qu'à la côte des Dents. Il y a aussi un grand nombre de mines d'or dans le royaume de Butna, qui s'étend depuis les montagnes de la Lune jusqu'à la rivière de Maguika, et un plus grand nombre encore dans le royaume de Bambouc.

Tavernier fait mention d'un morceau d'or naturel, ramifié en forme d'arbrisseau, qui seroit le plus beau morceau qu'on ait jamais vu dans ce genre, si son récit n'est pas exagéré. Pyrard dit aussi avoir vu une branche d'or massif et pur, longue d'une coudée, et branchue comme du corail, qui avoit été trouvée dans la rivière de Coucsme ou Couama, autrement appelée *rivière Noire*,

à Sofala. Dans l'Abyssinie, la province de Gojam est celle où se trouvent les plus riches mines d'or. On porte ce métal, tel qu'on le tire de la mine, à Gondar, capitale du royaume, et on l'y travaille pour le purifier et le fondre en lingots. Il se trouve aussi en Éthiopie, près d'Helem, de l'or disséminé dans les premières couches de la terre, et cet or est très-fin. Mais la contrée de l'Afrique la plus riche, ou du moins la plus anciennement célèbre par son or, est celle de Sofala et du Monomotapa. On croit, dit Marmol, que le pays d'Ophir, d'où Salomon tiroit l'or pour orner son temple, est le pays même de Sofala. Cette conjecture seroit un peu mieux fondée en la faisant tomber sur la province du Monomotapa qui porte encore actuellement le nom d'*Ophur* ou *Ofur*. Quoi qu'il en soit, cette abondance d'or à Sofala et dans le pays d'Ofur au Monomotapa ne paroît pas encore avoir diminué, quoiqu'il y ait toute apparence que de temps immémorial la plus grande partie de l'or qui circuloit dans les provinces orientales de l'Afrique, et même en Arabie, venoit de ce pays de Sofala. Les principales mines sont situées dans les montagnes, à cinquante lieues et plus de distance de la ville de Sofala : les eaux qui découlent de ces montagnes entraînent une infinité de paillettes d'or et de grains assez gros. Ce métal est de même très-commun à Mosambique. Enfin l'île de Madagascar participe aussi aux richesses du continent voisin : seulement il paroît que l'or de cette île est d'assez bas aloi, et qu'il est mêlé de quelques matières qui le rendent blanc et lui donnent de la mollesse et plus de fusibilité.

L'on doit voir assez évidemment, par cette énumération de toutes les terres qui ont produit et produisent encore de l'or, tant en Europe qu'en Asie et en Afrique, combien peu nous étoit nécessaire celui du Nouveau-Monde : il n'a servi qu'à rendre presque nulle la valeur du nôtre; il n'a même augmenté que pendant un temps assez court la richesse de ceux qui le faisoient extraire pour nous l'apporter. Ces mines ont englouti les nations américaines et dépeuplé l'Europe. Quelle différence pour la nature et pour l'humanité, si les myriades de malheureux qui ont péri dans ces fouilles profondes des entrailles de la terre eussent employé leurs bras à la culture de sa surface! ils auroient changé l'aspect brut et sauvage de leurs terres informes en guérets réguliers, en riantes campagnes, aussi fécondes qu'elles étoient stériles et qu'elles le sont encore : mais les conquérans ont-ils jamais entendu la voix de la sagesse, ni même le cri de la pitié! leurs seules vues sont la déprédation et la destruction; ils se permettent tous les excès du fort contre le foible; la mesure de leur gloire est celle de leurs crimes, et leur triomphe l'opprobre de la vertu. En dépeuplant ce nouveau monde, ils l'ont défiguré et presque anéanti; les victimes sans nombre qu'ils ont immolées à leur cupidité malentendue auront toujours des voix qui réclameront à jamais contre leur cruauté : tout l'or qu'on a tiré de l'Amérique pèse peut-être moins que le sang humain qu'on y a répandu.

Comme cette terre étoit de toutes la plus nouvelle, la plus intacte, et la plus récemment peuplée, elle brilloit encore, il y a trois siècles, de tout l'or et l'argent que la nature y avoit versés avec profusion : les naturels n'en avoient ramassé que pour leur commodité, et non par besoin ni par cupidité; ils en avoient fait des instrumens, des vases, des ornemens, et non pas des monnoies ou des signes de richesse exclusifs : ils en estimoient la valeur par l'usage, et auroient préféré notre fer, s'ils eussent eu l'art de l'employer. Quelle dut être leur surprise lorsqu'ils virent des hommes sacrifier la vie de tant d'autres hommes et quelquefois la leur propre, à la recherche de cet or que souvent ils dédaignoient de mettre en œuvre! Les Péruviens rachetèrent leur roi, que cependant on ne leur rendit pas, pour plusieurs milliers pesant d'or; les Mexicains en avoient fait à peu près autant, et furent trompés de même : et pour couvrir l'horreur de ces violations, ou plutôt pour étouffer les germes d'une vengeance éternelle, on finit par exterminer presque en entier ces malheureuses nations; car à peine reste-t-il la millième partie des anciens peuples auxquels appartenoient ces terres, sur lesquelles leurs descendants, en très-petit nombre, languissent dans l'esclavage, ou mènent une vie fugitive. Pourquoi donc n'a-t-on pas préféré de partager avec eux ces terres qui faisoient leur domaine? pourquoi ne leur en céderoit-on pas quelque portion aujourd'hui, puisqu'elles sont si vastes et plus d'aux trois quarts incultes, d'autant qu'on n'a plus rien à redouter de leur nombre? Vaines représentations, hélas! en faveur de l'humanité : le philosophe pourra les approuver; mais les hommes puissans daigneront-ils les entendre?

Laissons donc cette morale affligeante, à laquelle je n'ai pu m'empêcher de revenir à la vue du triste spectacle que nous présentent les travaux des mines en Amérique : je

n'en dois pas moins indiquer ici les lieux où elles se trouvent, comme je l'ai fait pour les autres parties du monde; et, à commencer par l'île de Saint-Domingue, nous trouverons qu'il y a des mines d'or dans une montagne près de la ville de San-Iago-de-los-Caballeros, et que les eaux qui en descendent entraînent et déposent de gros grains d'or; qu'il y en a de même dans l'île de Cuba et dans celle de Sainte-Marie, dont les mines ont été découvertes au commencement du siècle dernier. Les Espagnols ont autrefois employé un grand nombre d'esclaves au travail de ces mines : outre l'or que l'on tiroit du sable, il s'en trouvoit souvent d'assez gros morceaux comme enchâssés naturellement dans les rochers. L'île de la Trinité a aussi des mines et des rivières qui fournissent de l'or.

Dans le continent, à commencer par l'isthme de Panama, les mines d'or se trouvent en grand nombre; celles du Darien sont les plus riches, et fournissent plus que celles de Veragua et de Panama. Indépendamment du produit des mines en montagnes, les rivières de cet isthme donnent aussi beaucoup d'or en grains, en paillettes, et en poudre, ordinairement mêlé d'un sable ferrugineux qu'on en sépare avec l'aimant. Mais c'est au Mexique où l'or s'est trouvé répandu avec le plus de profusion. L'une des mines les plus fameuses est celle de Mezquital, dont nous avons déjà parlé. La pierre de cette mine, dit M. Bowles, est un quartz blanc mêlé en moindre quantité avec un quartz couleur de bois ou de corne, qui fait feu contre l'acier : on y voit quelques petites taches vertes, lesquelles ne sont que des cristaux qui ressemblent aux émeraudes en groupes, et dont l'intérieur contient de petits grains d'or. Presque toutes les autres provinces du Mexique ont aussi des mines d'or, ou des mines d'argent plus ou moins mêlé d'or. Selon le même M. Bowles, celle de Mezquital, quoique la meilleure, ne donne au quintal que trente onces d'argent et vingt-deux grains d'or et demi. Mais il y a apparence qu'il a été mal informé sur la nature et le produit de cette mine; car si elle ne tenoit en effet que vingt-deux grains d'or et demi sur trente onces d'argent par quintal, ce qui ne feroit pas six grains d'or par marc d'argent, on n'en feroit pas le départ à la monnoie de Mexico, puisqu'il est réglé par les ordonnances qu'on ne séparera que l'argent tenant par marc vingt-sept grains d'or et au dessus, et qu'autrefois il falloit trente grains pour qu'on en fît le départ; ce qui est, comme l'on voit, une très petite quantité d'or en comparaison de celle de l'argent; et cet argent du Mexique, restant toujours mêlé d'un peu d'or, même après les opérations du départ, est plus estimé que celui du Pérou, surtout plus que celui des mines de Sainte-Pécaque, que l'on transporte à Compostelle.

Les relateurs s'accordent à dire que la province de Carthagène fournissoit autrefois beaucoup d'or, et l'on y voit encore des fouilles et des travaux très-anciens; mais ils sont actuellement abandonnés. C'est au Pérou que le travail de ces mines est aujourd'hui en pleine exploitation. Frézier remarque seulement que les mines d'or sont assez rares dans la partie méridionale de ce royaume, mais que la province de Popayan en est remplie, et que l'ardeur pour les exploiter semble être toujours la même. M. d'Ulloa dit que chaque jour on y découvre de nouvelles mines qu'on s'empresse de mettre en valeur, et nous ne pouvons mieux faire que de rapporter ici ce que ce savant naturaliste péruvien a écrit sur les mines de son pays. « Les *partidos* ou districts de *Celi*, de *Buga*, d'*Almaguer*, et de *Barbocoas*, sont, dit-il, les plus abondans en métal, avec l'avantage que l'or y est très pur, et qu'on n'a pas besoin d'y employer le mercure pour le séparer des parties étrangères. Les mineurs appellent *minas de Caxa* celles où le minéral est renfermé entre des pierres. Celles de Popayan ne sont pas dans cet ordre; car l'or s'y trouve répandu dans les terres et les sables... Dans le bailliage de *Choco*, outre les mines qui se traitent au lavoir, il s'en trouve quelques unes où le minerai est enveloppé d'autres matières métalliques et de sucs bitumineux dont on ne peut le séparer qu'au moyen du mercure. La *platine* est un autre obstacle qui oblige quelquefois d'abandonner les mines : on donne ce nom à une pierre si dure, que, ne pouvant la briser sur une enclume d'acier ni la réduire par la calcination, on ne peut tirer le minerai qu'elle renferme qu'avec un travail et des frais extraordinaires. Entre toutes ces mines, il y en a plusieurs où l'or est mêlé d'un *tombac* aussi fin que celui de l'Orient, avec la propriété singulière de ne jamais engendrer de vert-de-gris et de résister aux acides.

« Dans le bailliage de *Zaruma* au Pérou, l'or des mines est de si bas aloi, qu'il n'est quelquefois qu'à dix-huit et même à seize karats; mais cette mauvaise qualité est réparée par l'abondance.... Le gouvernement

de *Jaën de Bracamoros* a des mines de la même espèce, qui rendoient beaucoup il y a un siècle.... Autrefois il y avoit quantité de mines d'or ouvertes dans la province de Quito, et plus encore de mines d'argent.... On a recueilli des grains d'or dans les ruisseaux qui tirent leur source de la montagne de *Pitchincha;* mais rien ne marque qu'on y ait ouvert des mines.... Le pays de *Pattactanga*, dans la juridiction de *Riobamba*, est si rempli de mines, qu'en 1743 un habitant de cette ville avoit fait enregistrer pour son seul compte dix-huit veines d'or et d'argent toutes riches et de bon aloi. L'une de ces mines d'argent rendoit quatre-vingts marcs par cinquante quintaux de minerai, tandis qu'elles passent pour riches quand elles en donnent huit à dix marcs.... Il y a aussi des mines d'or et d'argent dans les montagnes de la juridiction de *Cuença*, mais qui rendent peu. Les gouvernemens de *Quixos* et de *Macas* sont riches en mines; ceux de *Marinas* et d'*Atamès* en ont aussi d'une grande valeur... Les terres arrosées par quelques rivières qui tombent dans le Maragnon, et par les rivières de *San-Iago* et de *Mira*, sont remplies de veines d'or. »

Les anciens historiens du Nouveau-Monde, et entre autres le P. Acosta, nous ont laissé quelques renseignemens sur la manière dont la nature a disposé l'or dans ces riches contrées; on le trouve sous trois formes différentes : 1° en grains ou *pépites*, qui sont des morceaux massifs et sans mélange d'autre métal; 2° en poudre; 3° dans des pierres. « J'ai vu, dit cet historien, quelques unes de ces pépites qui pesoient plusieurs livres. L'or, dit-il, a par excellence sur les autres métaux de se trouver pur et sans mélange; cependant, ajoute-t-il, on trouve quelquefois des pépites d'argent tout-à-fait pures : mais l'or en pépites est rare en comparaison de celui qu'on trouve en poudre. L'or en pierre est une veine d'or infiltrée dans la pierre, comme je l'ai vu à *Caruma*, dans le gouvernement des salines.... Les anciens ont célébré les fleuves qui rouloient de l'or; savoir, le Tage en Espagne, le Pactole en Asie, et le Gange aux Indes orientales. Il y a de même dans les rivières des îles de Barlovento, de Cuba, Porto-Rico, et Saint-Domingue, de l'or mêlé dans leurs sables.... Il s'en trouve aussi dans les torrens au Chili, à Quito, et au nouveau royaume de Grenade. L'or qui a le plus de réputation est celui de *Caranava* au Pérou, et celui de *Valdivia* au Chili, parce qu'il est très-pur et de vingt-trois karats et demi. L'on fait aussi état de l'or de *Veragua*, qui est très-fin : celui de la Chine et des Philippines, qu'on apporte en Amérique, n'est pas, à beaucoup près, aussi pur. »

Le voyageur Wafer raconte qu'on trouve de même une grande quantité d'or dans les sables de la rivière de *Coquimbo* au Pérou, et que le terrain voisin de la baie où se décharge cette rivière dans la mer est comme poudré de poussière d'or, *au point,* dit-il, *que quand nous y marchions, nos habits en étoient couverts; mais cette poudre étoit si menue, que c'eût été un ouvrage infini de vouloir la ramasser.* « La même chose nous arriva, continue-t-il, dans quelques autres lieux de cette même côte, où les rivières amènent de cette poudre avec le sable; mais l'or se trouve en paillettes et en grains plus gros à mesure que l'on remonte ces rivières aurifères vers leurs sources. »

Au reste, il paroît que les grains d'or que l'on trouve dans les rivières ou dans les terres adjacentes n'ont pas toujours leur brillant jaune et métallique; ils sont souvent teints d'autres couleurs, brunes, grises, etc. : par exemple, on tire des ruisseaux du pays d'*Arecaja* de l'or en forme de dragées de plomb, et qui ressemblent à ce métal par leur couleur grise; on trouve aussi de cet or gris dans les torrens de *Coroyeo :* celui que les eaux roulent dans le pays d'Arecaja vient probablement des mines de la province de *Carabaja,* qui en est voisine; et c'est l'une des contrées du Pérou qui est la plus abondante en or fin, qu'Alphonse Barba dit être de vingt-trois karats trois grains, ce qui seroit à très-peu près aussi pur que notre or le mieux raffiné.

Les terres du Chili sont presque aussi riches en or que celles du Mexique et du Pérou. On a trouvé à douze lieues vers l'est de la ville de la Conception des pépites d'or, dont quelques unes étoient du poids de huit ou dix marcs, et de très-haut aloi. On tiroit autrefois beaucoup d'or vers Angol, à dix ou douze lieues plus loin, et l'on pourroit en recueillir en mille autres endroits; car tout cet or est dans une terre qu'il suffit de laver. Frézier, dont nous tirons cette indication, en a donné plusieurs autres, avec un égal discernement, sur les mines des diverses provinces du Chili. On trouve encore de l'or dans les terres qu'arrosent le Maragnon, l'Orénoque, etc.; il y en a aussi dans quelques endroits de la Guiane. Enfin les Portugais ont découvert et fait travailler depuis près d'un siècle les mines du Brésil et du Paraguay, qui se sont trouvées, dit-on, encore

plus riches que celles du Mexique et du Pérou. Les mines les plus prochaines de Rio-Janeiro, où l'on apporte ce métal, sont à une assez grande distance de cette ville. M. Cook dit qu'on ne sait pas au juste où elles sont situées, et que les étrangers ne peuvent les visiter, parce qu'il y a une garde continuelle sur les chemins qui conduisent à ces mines : on sait seulement qu'on en tire beaucoup d'or, et que les travaux en sont difficiles et périlleux; car on achète annuellement, pour le compte du roi, quarante mille Nègres qui ne sont employés qu'à les exploiter.

Selon l'amiral Anson, ce n'est qu'au commencement de ce siècle qu'on a trouvé de l'or au Brésil. On remarqua que les naturels du pays se servoient d'hameçons d'or pour la pèche, et on apprit d'eux qu'ils recueilloient cet or dans les sables et graviers que les pluie et les torrens détachoient des montagnes. « Il y a, dit ce voyageur, de l'or disséminé dans les terres basses, mais qui paie à peine les frais de la recherche, et les montagnes offrent des veines d'or engagées dans les rochers; mais le moyen le plus facile de se procurer de l'or, c'est de le prendre dans le limon des torrens qui en charrient. Les esclaves employés à cet ouvrage doivent fournir à leurs maîtres un huitième d'once par jour; le surplus est pour eux, et ce surplus les a souvent mis en état d'acheter leur liberté. Le roi a droit de quint sur tout l'or que l'on extrait des mines, ce qui va à trois cent mille livres sterling par an; et par conséquent la totalité de l'or extrait des mines chaque année est d'un million cinq cent mille livres sterling, sans compter l'or que l'on exporte en contrebande, et qui monte peut-être au tiers de cette somme. »

Nous n'avons aucun autre indice sur ces mines d'or si bien gardées par les ordres du roi de Portugal; quelques voyageurs nous disent seulement qu'au nord du fleuve *Jujambi* il y a des montagnes qui s'étendent de trente à quarante lieues de l'est à l'ouest sur dix à quinze lieues de largeur; qu'elles renferment plusieurs mines d'or; qu'on y trouve aussi ce métal en grains et en poudre, et que son aloi est communément de vingt-deux karats : ils ajoutent qu'on y rencontre quelquefois des grains ou pépites qui pèsent deux ou trois onces.

Il résulte, de ces indications, qu'en Amérique comme en Afrique, et partout ailleurs où la terre n'a pas encore été épuisée par les recherches de l'homme, l'or le plus pur se trouve pour ainsi dire à la surface du terrain, en poudre, en paillettes, ou en grains, et quelquefois en pépites, qui ne sont que des grains plus gros et souvent aussi purs que des lingots fondus; ces pépites et ces grains, ainsi que les paillettes et les poudres, ne sont que les débris plus ou moins brisés et atténués par le frottement de plus gros morceaux d'or arrachés par les torrens et détachés de veines métalliques de première formation ; ils sont descendus en roulant du haut des montagnes dans les vallées. Le quartz et les autres gangues de l'or, entraînés en même temps par le mouvement des eaux, se sont brisés, et ont, par leur frottement, divisé, comminué ces morceaux de métal, qui dès lors se sont trouvés isolés, et se sont arrondis en grains ou atténués en paillettes par la continuité du frottement dans l'eau; et enfin ces mêmes paillettes, encore plus divisées, ont formé les poudres plus ou moins fines de ce métal. On voit aussi des agrégats assez grossiers de parcelles d'or qui paroissent s'être réunies par la stillation et l'intermède de l'eau, et qui sont plus ou moins mélangées de sables ou de matières terreuses rassemblées et déposées dans quelque cavité, où ces parcelles métalliques n'ont que peu d'adhésion avec la terre et le sable dont elles sont mélangées; mais toutes ces petites masses d'or, ainsi que les grains, les paillettes et les poudres de ce métal, tirent également leur origine des mines primordiales, et leur pureté dépend en partie de la grande division que ces grains métalliques ont subie en s'exfoliant et se comminuant par les frottemens qu'ils n'ont cessé d'essuyer depuis leur séparation de la mine jusqu'aux lieux où ils ont été entraînés : car cet or arraché de ses mines et roulé dans le sable des torrens a été choqué et divisé par tous les corps durs qui se sont rencontrés sur sa route; et plus ces particules d'or auront été atténuées, plus elles auront acquis de pureté en se séparant de tout alliage par cette division mécanique, qui, dans l'or, va pour ainsi dire à l'infini : il est d'autant plus pur qu'il est plus divisé; et cette différence se remarque en comparant ce métal en paillettes ou en poudre avec l'or des mines; car il n'est qu'à vingt-deux karats dans les meilleures mines en montagnes, souvent à dix-neuf ou vingt, et quelquefois à seize et même à quatorze, tandis que communément l'or en paillettes est à vingt-trois karats, et rarement au-dessous de vingt. Comme ce métal est toujours plus ou moins allié d'argent dans ses mines primordiales, et quelquefois d'argent mêlé d'autres matières mé-

talliques, la très-grande division qu'il éprouve par les frottemens, lorsqu'il est détaché de sa cime, le sépare de ces alliages naturels, et le rend d'autant plus pur qu'il est réduit en atomes plus petits; en sorte qu'au lieu du bas aloi que l'or avait dans sa mine il prend un plus haut titre à mesure qu'il s'en éloigne, et cela par la séparation, et, pour ainsi dire, par le départ mécanique de toute matière étrangère.

Il y a donc double avantage à ne recueillir l'or qu'au pied des montagnes et dans les eaux courantes qui ont entraîné les parties détachées des mines primitives : ces parties détachées peuvent former par leur accumulation des mines secondaires en quelques endroits. L'extraction du métal, qui, dans ces sortes de mines, ne sera mêlé que de sable ou de terre, sera bien plus facile que dans les mines primordiales, où l'or se trouve toujours engagé dans le quartz et le roc le plus dur. D'autre côté, l'or de ces mines de seconde formation sera toujours plus pur que le premier; et vu la quantité de ce métal dont nous sommes actuellement surchargés, on devroit au moins se borner à ne ramasser que cet or déjà purifié par la nature, et réduit en poudre, en paillettes, ou en grains, et seulement dans les lieux où le produit de ce travail seroit évidemment au dessus de sa dépense.

DE L'ARGENT.

Nous avons dit que, dans la nature primitive, l'argent et l'or n'ont fait généralement qu'une masse commune, toujours composée de l'un et l'autre de ces métaux, qui même ne sont jamais complètement séparés, mais seulement atténués, divisés par les agens extérieurs, et réduits en atomes si petits, que l'or s'est trouvé d'un côté, et a laissé de l'autre la plus grande partie de l'argent; mais, malgré cette séparation d'autant plus naturelle qu'elle est plus mécanique, nulle part on n'a trouvé de l'or exempt d'argent, ni d'argent qui ne contînt un peu d'or. Pour la nature, ces deux métaux sont du même ordre, et elle les a doués de plusieurs attributs communs; car, quoique leur densité soit très-différente [1], leurs autres propriétés essentielles sont les mêmes : ils sont également inaltérables, et presque indestructibles; l'un et l'autre peuvent subir l'action de tous les élémens sans en être altérés; tous deux se fondent et se subliment à peu près au même degré de feu [2]; ils n'y perdent guère plus l'un que l'autre [3]; ils résistent à toute sa violence sans se convertir en chaux [4]; tous deux ont aussi plus de ductilité que tous les autres métaux; seulement l'argent, plus foible en densité et moins compacte que l'or, ne peut prendre autant d'extension [5]; et de même,

1. « Un pied cube d'argent pèse 720 livres; un pied cube d'or, 1348 livres. Le premier ne perd dans l'eau qu'un onzième de son poids, et l'autre entre un dix-neuvième et un vingtième. » (*Dictionnaire de Chimie*, articles de l'*or* et de l'*argent*.) J'observerai que ces proportions ne sont pas exactes; car en supposant que l'or perde un dix-neuvième et demi de son poids, et que l'argent ne perde qu'un onzième, si le pied cube d'or pèse 1348 livres, le pied cube d'argent doit peser 760 livres seize trentièmes. M. de Bomare, dans son *Dictionnaire d'histoire naturelle*, dit que le pouce cube d'argent pèse six onces 5 gros 26 grains, ce qui ne feroit qu'un peu plus de 718 livres le pied cube, tandis que dans sa *Minéralogie*, tome II, page 210, il dit que le pied cube d'argent pèse 11523 onces, ce qui fait 720 livres 3 onces pour le pied cube. Les estimations données par M. Brisson sont plus justes : le pied cube d'or à 24 karats, fondu et non battu, pèse, selon lui, 1348 livres 1 once 41 grains, et le pied cube d'or à 24 karats, fondu et battu, pèse 1355 livres 3 onces 60 grains; le pied cube d'argent à 12 deniers, fondu et non battu, pèse 733 livres 3 onces 1 gros 52 grains, et le pied cube du même argent à 12 deniers, c'est-à-dire aussi pur qu'il est possible, pèse, lorsqu'il est forgé ou battu, 735 livres 11 onces 7 gros 43 grains.

2. On est assuré de cette sublimation de l'or et de l'argent non seulement par mes expériences au miroir ardent, mais aussi par la quantité que l'on en recueille dans les suies des fourneaux d'affinage des monnoies.

3. Kunckel ayant tenu de l'or et de l'argent pendant quelques semaines en fusion, assure que l'or n'avoit rien perdu de son poids; mais il avoue que l'argent avoit perdu quelques grains. Il a mal à propos oublié de dire sur quelle quantité.

4. L'argent tenu au foyer d'un miroir ardent se couvre, comme l'or, d'une pellicule vitreuse; mais M. Macquer, qui a fait cette expérience, avoue qu'on n'est pas encore assuré si cette vitrification provient des métaux ou de la poussière de l'air. (*Dictionnaire de Chimie*, article *argent*.)

5. « Un fil d'argent d'un dixième de pouce de diamètre ne soutient, avant de rompre, qu'un poids de 270 livres, au lieu qu'un pareil fil d'or soutient 500 livres... On peut réduire un grain d'argent en une lame de trois aunes, c'est-à-dire de 126 pouces de longueur *sur* 2 *pouces* de largeur, ce qui fait une étendue de 262 pouces carrés; et dès lors avec une once d'argent, c'est-à-dire 576 grains, on pourroit

quoiqu'il ne soit pas susceptible d'une véritable rouille par les impressions de l'air et de l'eau, il oppose moins de résistance à l'action des acides, et n'exige pas, comme l'or, la réunion de deux puissances actives pour entrer en dissolution; le foie de soufre le noircit et le rend aigre et cassant : l'argent peut donc être attaqué dans le sein de la terre plus fortement et bien plus fréquemment que l'or, et c'est par cette raison que l'on trouve assez communément de l'argent minéralisé, tandis qu'il est extrêmement rare de trouver l'or dans cet état d'altération ou de minéralisation.

L'argent, quoiqu'un peu plus fusible que l'or, est cependant un peu plus dur et plus sonore : le blanc éclatant de sa surface se ternit, et même se noircit, dès qu'elle est exposée aux vapeurs des matières inflammables, telles que celles du soufre, du charbon, et à la fumée des substances animales; si même il subit long-temps l'impression de ces vapeurs sulfureuses, il se minéralise, et devient semblable à la mine que l'on connoît sous le nom d'*argent vitré*.

Les trois propriétés communes à l'or et à l'argent, qu'on a toujours regardés comme les seuls métaux parfaits, sont la ductilité, la fixité au feu, et l'inaltérabilité à l'air et dans l'eau. Par toutes les autres qualités l'argent diffère de l'or, et peut souffrir des changemens et des altérations auxquels ce premier métal n'est pas sujet. On trouve à la vérité de l'argent qui, comme l'or, n'est point minéralisé, mais c'est proportionnellement en bien moindre quantité; car, dans ses mines primordiales, l'argent, toujours allié d'un peu d'or, est très-souvent mélangé d'autres matières métalliques, et particulièrement de plomb et de cuivre : on regarde même comme des mines d'argent toutes celles de plomb ou de cuivre qui contiennent une certaine quantité de ce métal; et dans les mines secondaires produites par la stillation et le dépôt des eaux, l'argent se trouve souvent attaqué par les sels de la terre, et se présente dans l'état de minéralisation sous différentes formes; on peut voir par les listes des nomenclateurs en minéralogie, et particulièrement par celle que donne Wallérius, combien ces formes sont variées, puisqu'il en compte dix sortes principales, et quarante-neuf variétés dans ces dix sortes : je dois cependant observer qu'ici, comme dans tout autre travail des nomenclateurs, il y a toujours beaucoup plus de noms que de choses.

Dans la plupart des mines secondaires l'argent se présente en forme de minerai pyriteux, c'est-à-dire mêlé et pénétré des principes de soufre, ou bien altéré par le foie de soufre, et quelquefois par l'arsenic. 1

L'acide nitreux dissout l'argent plus puissamment qu'aucun autre; l'acide vitriolique le précipite de cette dissolution, et forme avec lui de très-petits cristaux qu'on pourroit appeler du *vitriol d'argent*; l'acide marin, qui le dissout aussi, en fait des cristaux plus gros, dont la masse réunie par la fusion se nomme *argent corné*, parce qu'il est à demi transparent comme de la corne.

La nature a produit, en quelques endroits, de l'argent sous cette forme; on en trouve en Hongrie, en Bohême, et en Saxe, où il y a des mines qui offrent à la fois l'argent natif, l'argent rouge, l'argent vitré, et l'argent corné. Lorsque cette dernière mine n'est point altérée, elle est demi-transparente et d'un gris jaunâtre; mais si elle a été attaquée par des vapeurs sulfureuses, ou par le foie de soufre, elle devient opaque et d'une couleur brune. L'argent minéralisé par l'acide marin se coupe presque aussi

couvrir un espace de 504 pieds carrés. » (*Expériences de Muschenbroek.*)

Il y a certainement ici une faute d'impression qui tombe sur les mots *deux pouces de largeur* : ce fil d'argent n'avoit en effet que 2 lignes, et non pas 2 pouces, et par conséquent 26 pouces carrés d'étendue, au lieu de 126; d'après quoi l'on voit que 576 grains ou 1 once d'argent ne peuvent en effet s'étendre que sur 104 et non pas sur 504 pieds carrés, et c'est encore beaucoup plus que la densité de ce métal ne paroît l'indiquer, puisqu'une once d'or ne s'étend que sur 106 pieds carrés : dès lors, en prenant ces deux faits pour vrais, la ductilité de l'argent est presque aussi grande que celle de l'or, quoique sa densité et sa ténacité soient beaucoup moindres. Il y a aussi toute apparence qu'Alphonse Barba se trompe beaucoup en disant que l'or est cinq fois plus ductile que l'argent : il assure qu'une once d'argent s'étend en un fil de 2400 aunes de longueur; que cette longueur peut être couverte par 6 grains et demi d'or; et qu'on peut dilater l'or au point qu'une once de ce métal couvrira plus de dix arpens de terre.

1. « La mine d'argent rouge est minéralisée par l'arsenic et le soufre; elle est d'un rouge plus ou moins vif, tantôt transparente comme un rubis, tantôt opaque et plus ou moins obscure : elle est cristallisée de plusieurs manières; la plus ordinaire est en prismes hexaèdres, terminés par des pyramides obtuses. » (*Lettre de M. Demeste*, tome II, page 437.)

J'observerai que c'est à cette mine qu'il faut rapporter la seconde variété que M. Demeste a rapportée à la mine d'argent vitreux, puisqu'il dit lui-même que ce n'est qu'une modification de la mine d'argent rouge, et que cette mine vitreuse contient encore un peu d'arsenic; qu'elle s'égrène sous le couteau, loin de s'y couper. Voyez *idem*, page 436.

facilement que la cire : dans cet état il est très-fusible, une partie se volatilise à un certain degré de feu, ainsi que l'argent corné fait artificiellement, et l'autre partie qui ne s'est point volatilisée se revivifie très-promptement.

Le soufre dissout l'argent par la fusion, et le réduit en une masse de couleur grise; et cette masse ressemble beaucoup à la mine d'argent vitré, qui, comme celle de l'argent corné, est moins dure que ce métal, et peut se couper au couteau. L'or ne subit aucun de ces changemens : on ne doit donc pas être étonné qu'on le trouve si rarement sous une forme minéralisée, et qu'au contraire dans toutes les mines de seconde formation, où les eaux et les sels de la terre ont exercé leur action, l'argent se présente dans différens états de minéralisation ou sous des formes plus ou moins altérées; il doit même être souvent mêlé de plusieurs matières étrangères métalliques ou terreuses, tandis que dans son état primordial il n'est allié qu'avec l'or, ou mêlé de cuivre et de plomb. Ces trois métaux sont ceux avec lesquels l'argent paroît avoir le plus d'affinité; ce sont du moins ceux avec lesquels il se trouve plus souvent uni dans son état de minerai. Il est bien plus rare de trouver l'argent uni avec le mercure, quoiqu'il ait aussi avec ce fluide métallique une affinité très-marquée.

Suivant M. Gellert, qui a fait un grand travail sur l'alliage des minéraux et des demi-métaux, celui de l'or avec l'argent n'augmente que très-peu en pesanteur spécifique : il n'y a donc que peu ou point de pénétration entre ces deux métaux fondus ensemble : mais dans l'alliage de l'argent avec le cuivre, qu'on peut faire de même en toute proportion, le composé de ces deux métaux devient spécifiquement plus pesant, tandis que l'alliage du cuivre avec l'or l'est sensiblement moins. Ainsi, dans l'alliage de l'argent et du cuivre, le volume diminue et la masse se resserre, au lieu que le volume augmente par l'extension de la masse dans celui de l'or et du cuivre. Au reste, le mélange du cuivre rend également l'argent et l'or plus sonores et plus durs, sans diminuer de beaucoup leur ductilité; on prétend même qu'il peut la leur conserver, lorsqu'on ne le mêle qu'en petite quantité, et qu'il défend ces métaux contre les vapeurs du charbon, qui, selon nos chimistes, en attaquent et diminuent la qualité ductile : cependant, comme nous l'avons déjà remarqué à l'article de l'or, on ne s'aperçoit guère de cette diminution de ductilité causée par la vapeur du charbon; car il est d'usage, dans les monnoies, lorsque les creusets de fer, qui contiennent jusqu'à deux mille cinq cents marcs d'argent, sont presque pleins de la matière en fusion; il est, dis-je, d'usage d'enlever les couvercles de ces creusets pour achever de les remplir de charbon, et d'entretenir la chaleur par de nouveau charbon dont le métal est toujours recouvert, sans que l'on remarque aucune diminution de ductilité dans les lames qui résultent de cette fonte.

L'argent allié avec le plomb ainsi qu'avec l'étain devient spécifiquement plus pesant; mais l'étain enlève à l'argent comme à l'or sa ductilité : le plomb entraîne l'argent dans la fusion, et le sépare du cuivre; il a donc plus d'affinité avec l'argent qu'avec le cuivre. M. Gellert, et la plupart des chimistes après lui, ont dit que le fer s'allioit aussi très-bien à l'argent. Ce fait m'ayant paru douteux, j'ai prié M. de Morveau de le vérifier : il s'est assuré, par l'expérience, qu'il ne se fait aucune union intime, aucun alliage entre le fer et l'argent; et j'ai vu moi-même, en voulant faire de l'acier damassé, que ces deux métaux ne peuvent contracter aucune union.

On sait que tous ces métaux imparfaits peuvent se calciner et se convertir en une sorte de chaux, en les tenant long-temps en fusion, et les agitant de manière que toutes leurs parties fondues se présentent successivement à l'air; on sait de plus que tous augmentent de volume et de poids en prenant cet état de chaux. Nous avons dit et répété [1] que cette augmentation de quantité provenoit uniquement des particules d'air fixées par le feu, et réunies à la substance du métal qu'elles ne font que masquer, puisqu'on peut toujours lui rendre son premier état en présentant à cet air fixé quelques matières inflammables avec lesquelles il ait plus d'affinité qu'avec le métal : dans la combustion, cette matière inflammable dégage l'air fixé, l'enlève, et laisse par conséquent le métal sous sa première forme. Tous les métaux imparfaits et les demi-métaux peuvent ainsi se convertir en chaux : mais l'or et l'argent se sont toujours refusés à cette espèce de conversion, parce que apparemment ils ont moins d'affinité que les autres avec l'air, et que, malgré la fusion qui tient leurs parties divisées, ces mêmes parties ont néanmoins entre elles encore trop d'adhérence pour que l'air puisse les séparer et s'y

1. Voyez le discours qui sert d'introduction à l'*Histoire des minéraux*.

incorporer ; et cette résistance de l'or et de l'argent à toute action de l'air donne le moyen de purifier ces deux métaux par la seule force du feu ; car il ne faut, pour les dépouiller de toute autre matière, qu'en agiter la fonte, afin de présenter à sa surface toutes les parties des autres matières qui y sont contenues, et qui bientôt, par leur calcination ou leur combustion, laisseront l'or ou l'argent seuls en fusion et sous leur forme métallique. Cette manière de purifier l'or et l'argent étoit anciennement en usage : mais on a trouvé une façon plus expéditive en employant le plomb, qui, dans la fonte de ces deux métaux, détruit, ou plutôt sépare, et réduit en scories toutes les autres matières métalliques[1] dont ils peuvent être mêlés; et le plomb lui-même, se scorifiant avec les autres métaux dont il s'est saisi, il les sépare de l'or et de l'argent, les entraîne, ou plutôt les emporte, et s'élève avec eux à la surface de la fonte, où ils se calcinent et se scorifient tous ensemble par le contact de l'air, à mesure qu'on remue la matière en fusion, et qu'on en découvre successivement la surface qui ne se scorifieroit ni ne se calcineroit si elle n'étoit incessamment exposée à l'action de l'air libre : il faut donc enlever ou faire écouler ces scories à mesure qu'elles se forment ; ce qui se fait aisément, parce qu'elles surnagent et surmontent toujours l'or et l'argent en fusion. Cependant on a encore trouvé une manière plus facile de se débarrasser de ces scories, en se servant de vaisseaux plats et évasés qu'on appelle *coupelles*, et qui, étant faits d'une matière sèche, poreuse et résistante au feu, absorbent dans leurs pores les scories, tant du plomb que des autres minéraux métalliques, à mesure qu'elles se forment; en sorte que les coupelles ne retiennent et ne conservent dans leur capacité extérieure que le métal d'or ou d'argent, qui, par la forte attraction de leurs parties constituantes, se forme et se présente toujours en une masse globuleuse appelée *bouton de fin*. Il faut une plus forte chaleur pour tenir ce métal fin en fusion que lorsqu'il était encore mêlé de plomb ; car le bouton de fin se consolide presque subitement au moment que l'or et l'argent qu'il contient sont entièrement purifiés : on le voit donc tout à coup briller de l'éclat métallique ; et ce coup de lumière s'appelle *coruscation* dans l'art de l'affineur, dont nous abrégeons ici les procédés, comme ne tenant pas directement à notre objet.

On a regardé comme argent natif tout celui qu'on trouve dans le sein de la terre sous sa forme de métal; mais dans ce sens il faut en distinguer de deux sortes, comme nous l'avons fait pour l'or : la première sorte d'argent natif est celle qui provient de la fusion par le feu primitif, et qui se trouve quelquefois en grands morceaux, mais bien plus souvent en filets ou en petites masses feuilletées et ramifiées dans le quartz et autres matières vitreuses; la seconde sorte d'argent natif est en grains, en paillettes ou en poudre, c'est-à-dire en débris qui proviennent de ces mines primordiales, et qui ont été détachés par les agens extérieurs, et entraînés au loin par le mouvement des eaux. Ce sont ces mêmes débris rassemblés qui, dans certains lieux, ont formé des mines secondaires d'argent, où souvent il a changé de forme en se minéralisant.

L'argent de première formation est ordinairement incrusté dans le quartz; souvent il est accompagné d'autres métaux et de matières étrangères en quantité si considérable, que les premières fontes, même avec le secours du plomb, ne suffisent pas pour le purifier.

Après les mines d'argent natif, les plus riches sont celles d'argent corné et d'argent vitré : ces mines sont brunes, noirâtres ou grises; elles sont flexibles, et même celle d'argent corné est extensible sous le marteau, à peu près comme le plomb : les mines d'argent rouge, au contraire, ne sont pas extensibles, mais cassantes ; ces dernières mines sont, comme les premières, fort riches en métal.

Nous allons suivre le même ordre que dans l'article de l'or, pour l'indication des lieux où se trouvent les principales mines d'où l'on tire l'argent. En France, on connoissoit assez anciennement celles des montagnes des Vosges, ouvertes dès le dixième siècle, et d'autres dans plusieurs provinces, comme en Languedoc, en Gévaudan et en Rouergue, dans le Maine et dans l'Angoumois; et nouvellement on en a trouvé en Dauphiné qui ont présenté d'abord d'assez grandes richesses; M. de Gensanne en a reconnu quelques autres dans le Languedoc; mais le produit de la plupart de ces mines ne paieroit pas la dépense de leur travail; et dans un pays comme la France, où l'on peut employer les hommes à des travaux

1. Il n'y a que le fer qui, comme nous l'avons dit à l'article de l'or, ne se sépare pas en entier par le moyen du plomb ; il faut, suivant M. Pœrner, y ajouter du bismuth pour achever de scorifier le fer.

vraiment utiles, on feroit un bien réel en défendant ceux de la fouille des mines d'or et d'argent, qui ne peuvent produire qu'une richesse fictive et toujours décroissante.

En Espagne, la mine de *Guadalcanal* dans la *Sierra-Morena*, ou montagne noire, est l'une des plus fameuses ; elle a été travaillée dès le temps des Romains, ensuite abandonnée, puis reprise et abandonnée de nouveau, et enfin encore attaquée dans ces derniers temps. On assure qu'autrefois elle a fourni de très-grandes richesses, et qu'elle n'est pas à beaucoup près épuisée : cependant les dernières tentatives n'ont point eu de succès, et peut-être sera-t-on forcé de renoncer aux espérances que donnoit son ancienne et grande célébrité. « Les sommets des montagnes autour de Guadalcanal, dit M. Bowles, sont tous arrondis, et partout à peu près de la même hauteur; les pierres en sont fort dures et ressemblent au grès de Turquie (*cos turcica*).... Il y a deux filons du levant au couchant, qui se rendent à la grande veine dont la direction est du nord au sud; on peut la suivre de l'œil dans un espace de plus de deux cents pas à la superficie. A une lieue et demie au couchant de Guadalcanal, il y a une autre mine dans un roc élevé : là veine est renversée, c'est-à-dire qu'elle est plus riche à la superficie qu'au fond; elle peut avoir seize pieds d'épaisseur, et elle est, comme les précédentes, composée de quartz et de spath. A deux lieues au levant de la même ville, il y a une autre mine dont la veine est élevée de deux pieds hors de terre, et qui n'a que deux pieds d'épaisseur. Au reste, ces mines, qui se présentent avec de si belles apparences, sont ordinairement trompeuses : elles donnent d'abord de l'argent; mais en descendant plus bas, on ne trouve plus que du plomb. » Ce naturaliste parle aussi d'une mine d'argent sans plomb, située au midi et à quelques lieues de distance de *Zalamea*. Il y a une mine d'argent dans la montagne qui est au nord de *Logrono*, et plusieurs autres dans les Pyrénées, qui ont été travaillées par les anciens et qui maintenant sont abandonnées [1]. Il y en a aussi dans les Alpes et en plusieurs endroits de la Suisse. MM. Scheuchzer, Capeler, et Guettard, en ont fait mention; et ce sont sans doute ces hautes montagnes des Pyrénées et des Alpes qui renferment les mines primordiales d'or et d'argent, dont on trouve les débris en paillettes dans les eaux qui en découlent. Toutes les mines de seconde formation sont dans les lieux inférieurs au pied de ces montagnes, et dans les collines formées originairement par le mouvement et le dépôt des eaux du vieil Océan.

Les mines d'argent qui nous sont le mieux connues en Europe sont celles de l'Allemagne; il y en a plusieurs que l'on exploite depuis très-long-temps, et l'on en découvre assez fréquemment de nouvelles. M. de Justi, savant minéralogiste, dit en avoir trouvé six en 1751, dont deux sont fort riches, et sont situées sur les frontières de la Styrie. Selon lui, ces mines sont mêlées de substances calcaires en grande quantité, et cependant il assure qu'elles ne perdent rien de leur poids lorsqu'elles sont grillées par le feu, et qu'il ne s'en élève pas la moindre fumée ou vapeur pendant la calcination. Ces assertions sont difficiles à concilier; car il est certain que toute substance calcaire perd beaucoup de son poids lorsqu'elle est calcinée, et que par conséquent cette mine d'Annaberg, dont parle M. de Justi, doit perdre en poids à proportion de ce qu'elle contient de substance calcaire. Ce savant minéralogiste assure qu'il existe un très-grand nombre de mines d'argent minéralisé par l'alcali : mais cette opinion doit être interprétée; car l'alcali seul ne pourroit opérer cet effet, tandis que le foie de soufre, c'est-à-dire les principes du soufre réunis à l'alcali, peuvent le produire; et comme M. de Justi ne parle pas du foie de soufre, mais de l'alcali simple, ses expériences ne me paroissent pas concluantes : car l'alcali minéral seul n'a aucune action sur l'argent en masse; et nous pouvons très-bien entendre la formation de la mine blanche de Schemnitz par l'intermède du foie de soufre. La nature ne paroît donc pas avoir fait cette opération de la manière dont le prétend M. de Justi; car quoiqu'il

1. L'avarice a été souvent trompée par le succès des exploitations faites par les Phéniciens, les Carthaginois, et les Romains. Les premiers, au rapport de Diodore de Sicile, trouvèrent tant d'or et d'argent dans les Pyrénées, qu'ils en mirent aux ancres de leurs vaisseaux; on tiroit en trois jours un talent euboïque en argent, ce qui montoit à huit cents ducats. Enflammés par ce récit, des particuliers ont tenté des recherches dans la partie septentrionale des Pyrénées; ils semblent avoir ignoré que le côté méridional a toujours été regardé comme le plus riche en métaux. Tite-Live parle de l'or et de l'argent que les mines de *Huesca* fournissoient aux Romains. Les monts qui s'allongent vers le nord jusqu'à Pampelune sont fameux, suivant Alphonse Barba, par la quantité d'argent qu'on en a tirée; ils s'étendent aussi vers l'Èbre, dont la richesse est vantée par Aristote et par Claudien.

n'ait point reconnu de soufre dans cette mine, le foie de soufre qui est, pour ainsi dire, répandu partout, doit y exister, comme il existe non seulement dans les matières terreuses, mais dans les substances calcaires, et autres matières qui accompagnent les mines de seconde formation.

En Bohême, les principales mines d'argent sont celles de Saint-Joachim; les filons en sont assez minces, et la matière en est très-dure, mais elle est abondante en métal : les mines de Kuttemberg sont mêlées d'argent et de cuivre; elles ne sont pas si riches que celles de Saint-Joachim. On peut voir dans les ouvrages des minéralogistes allemands la description des mines de plusieurs autres provinces, et notamment de celles de Transylvanie, de la Hesse, et de Hongrie. Celles de Schemnitz contiennent depuis deux jusqu'à cinq gros d'argent et depuis cinq jusqu'à sept *denires* d'or par marc, non compris une once et un gros de cuivre qu'on peut en tirer aussi.

Mais il n'y a peut-être pas une mine en Europe où l'on ait fait d'aussi grands travaux que dans celle de Salberg en Suede, si la description qu'en donne Regnard n'est point exagérée ; il la décrit comme une ville souterraine, dans laquelle il y a des maisons, des écuries, et de vastes emplacemens.

« En Pologne, dit M. Guettard, les forêts de Leibitz sont riches en veines de métaux, indiquées par les travaux qu'on y a faits anciennement. Il y a au pied de ces montagnes une mine d'argent découverte du temps de Charles XII. »

Le Danemarck, la Norwège, et presque toutes les contrées du nord, ont aussi des mines d'argent dont quelques unes sont fort riches; et nous avons au Cabinet de Sa Majesté de très-beaux morceaux de mine d'argent, que le roi de Danemarck actuellement régnant a eu la bonté de nous envoyer. Il s'en trouve aussi aux îles de Féroé et en Islande.

Dans les parties septentrionales de l'Asie les mines d'argent ne sont peut-être pas plus rares ni moins riches que dans celles du nord de l'Europe. On a nouvellement publié à Pétersbourg un tableau des mines de Sibérie, par lequel il paroît qu'en cinquante-huit années on a tiré d'une seule mine d'argent douze cent seize mille livres de ce métal, qui tenoit environ une quatre-vingtième partie d'or. Il y a aussi une autre mine dont l'exploitation n'a commencé qu'en 1748, et qui, depuis cette époque jusqu'en 1771, a donné quatre cent mille livres d'argent, dont on a tiré douze mille sept cent livres d'or. MM. Gmelin et Muller font mention, dans leurs Voyages, des mines d'argent qu'ils ont vues à Argunsk, à quelque distance de la rivière Argum. Ils disent qu'elles sont dans une terre molle et à une petite profondeur; que la plupart se trouvent situées dans des plaines environnées de montagnes, et qu'on rencontre ordinairement au dessus du minerai d'argent une espèce de chaux de plomb composée de plus de plomb que d'argent.

Il y a aussi plusieurs mines d'argent à la Chine, surtout dans les provinces de Junnan et de Sechuen : on en trouve de même à la Cochinchine, et celles du Japon paroissent être les plus abondantes de toutes. On connoît aussi quelques mines d'argent dans l'intérieur du continent de l'Asie. Chardin dit qu'il n'y a pas beaucoup de vraies mines d'argent en Perse, mais beaucoup de mines de plomb qui contiennent de l'argent : il ajoute que celle de Renan, à quatre lieues d'Ispahan, et celles de Kirman et de Mazanderan, n'ont été négligées qu'à cause de la disette de bois, qui, dans toute la Perse, rend trop dispendieux le travail des mines.

Nous ne connoissons guère les mines d'argent de l'Afrique : les voyageurs, qui se sont fort étendus sur les mines d'or de cette partie du monde, paroissent avoir négligé de faire mention de celles d'argent; ils nous disent seulement qu'on en trouve au cap Vert, au Congo, au Bambouc, et jusque dans le pays des Hottentots.

Mais c'est en Amérique où nous trouverons un très-grand nombre de mines d'argent plus étendues, plus abondantes, et travaillées plus en grand qu'en aucune autre partie du monde. La plus fameuse de toutes est celle de Potosi au Pérou. « Le minerai, dit M. Bowles, en est noir, et formé dans la même sorte de pierre que celle de Freyberg en Saxe. » Ce naturaliste ajoute que « la mine appelée *Rosicle,* dans le Pérou, est de la même nature que celles de Rothgulden-erz et d'Andreasberg dans le Hartz, et de Sainte-Marie-aux-Mines dans les Vosges. »

Les mines de Potosi furent découvertes en 1545, et l'on n'a pas cessé d'y travailler depuis ce temps, quoiqu'il y ait quantité d'autres mines dans cette même contrée du Pérou. Frézier assure que de son temps les mines d'argent les plus riches étoient celles d'Oriero, à quatre-vingts lieues d'Arica; et il dit qu'en 1712 on en découvrit une auprès de Cusco, qui d'abord a donné près de vingt pour cent de métal, mais qui a depuis beaucoup diminué, ainsi que celle de Potosi. Du

temps d'Acosta, c'est-à-dire au commencement de l'autre siècle, cette mine de Potosi étoit, sans comparaison, la plus riche de toutes celles du Pérou : elle est située presque au sommet des montagnes dans la province de Charcas, et il y fait très-froid en toute saison. Le sol de la montagne est sec et stérile; elle est en forme de cône, et surpasse en hauteur toutes les montagnes voisines; elle peut avoir une lieue de circonférence à la base, et son sommet est arrondi et convexe. Sa hauteur au dessus des autres montagnes qui lui servent de base est d'environ un quart de lieue. Au dessous de cette plus haute montagne, il y en a une plus petite où l'on trouvoit de l'argent en morceaux épars; mais, dans la première, la mine est dans une pierre extrêmement dure : on a creusé de deux cents *stades,* ou hauteur d'homme, dans cette montagne, sans qu'on ait été incommodé des eaux; mais ces mines étoient bien plus riches dans les parties supérieures, et elles se sont appauvries, au lieu de s'ennoblir, en descendant. Parmi les autres mines d'argent du Pérou, celle de Turco, dans le corrégiment de Cavanga, est très-remarquable, parce que le métal forme un tissu avec la pierre très-apparent à l'œil. D'autres mines d'argent dans cette même contrée ne sont ni dans la pierre ni dans les montagnes, mais dans le sable, où il suffit de faire une fouille pour trouver des morceaux de ce métal sans autre mélange qu'un peu de sable qui s'y est attaché.

Frézier, voyageur très-intelligent, a donné une assez bonne description de la manière dont on procède au Pérou pour exploiter ces mines et en extraire le métal. On commence par concasser le minerai, c'est-à-dire les pierres qui contiennent le métal; on les broie ensuite dans un moulin fait exprès; on crible cette poudre, et l'on remet sous la meule les gros grains de minerai qui restent sur le crible; et lorsque le minerai se trouve mêlé de certains minéraux trop durs qui l'empêchent de se pulvériser, on le fait calciner pour le piler de nouveau; on le moud avec de l'eau, et on recueille dans un réservoir cette boue liquide qu'on laisse sécher; et pendant qu'elle est encore molle, on en fait des *caxons,* c'est-à-dire de grandes tables d'un pied d'épaisseur et de vingt-cinq quintaux de pesanteur; on jette sur chacune deux cens livres de sel marin, qu'on laisse s'incorporer pendant deux ou trois jours avec la terre; ensuite on l'arrose de mercure, qu'on fait tomber par petites gouttes; il en faut une quantité d'autant plus grande que le minerai est plus riche; dix, quinze, et quelquefois vingt livres pour chaque table. Ce mercure ramasse toutes les particules de l'argent. On pétrit chaque table huit fois par jour pour que le mercure les pénètre en entier, et afin d'échauffer le mélange; car un peu de chaleur est nécessaire pour que le mercure se saisisse de l'argent, et c'est ce qui fait qu'on est quelquefois obligé d'ajouter de la chaux pour augmenter la chaleur de cette mixtion : mais il ne faut user de ce secours qu'avec grande précaution; car si la chaux produit trop de chaleur, le mercure se volatilise, et emporte avec lui une partie de l'argent. Dans les montagnes froides, comme à Lipez et à Potosi, on est quelquefois obligé de pétrir le minerai pendant deux mois de suite, au lieu qu'il ne faut que huit ou dix jours dans les contrées plus tempérées : on est même forcé de se servir de fourneaux pour échauffer le mélange et presser l'amalgame du mercure, dans ces contrées où le froid est trop grand ou trop constant.

Pour reconnoître si le mercure a fait tout son effet, on prend une petite portion de la grande table ou caxon, on la délaie et lave dans un bassin de bois; la couleur du mercure qui reste au fond indique son effet : s'il est noirâtre, on juge que le mélange est trop chaud, et on ajoute du sel au caxon pour le refroidir; mais si le mercure est blanchâtre ou blanc, on peut présumer que l'amalgame est fait en entier : alors on transporte la matière du caxon dans des lavoirs où tombe une eau courante : on la lave jusqu'à ce qu'il ne reste que le métal sur le fond des lavoirs, qui sont garnis de cuir. Cet amalgame d'argent et de mercure, que l'on nomme *pella,* doit être mis dans des chausses de laine pour laisser égoutter le mercure; on serre ces chausses, et on les presse même avec des pièces de bois, pour l'en faire sortir autant qu'il est possible; après quoi, comme il reste encore beaucoup de mercure mêlé à l'argent, on verse cet amalgame dans un moule de bois en forme de pyramide tronquée à huit pans, et dont le fond est une plaque de cuivre percée de plusieurs petits trous. On foule et presse cette matière *pella* dans ces moules pour en faire des masses qu'on appelle *pignes.* On lève ensuite le moule, et l'on met la pigne avec sa base de cuivre sur un grand vase de terre rempli d'eau, et sous un chapiteau de même terre sur lequel on fait un feu de charbon qui fait sortir en vapeur le mercure contenu dans la pigne; cette vapeur tombe dans l'eau, et y reprend la forme de mercure coulant :

après cela, la pigne n'est plus qu'une masse poreuse, friable, et composée de grains d'argent contigus qu'on porte à la Monnoie pour la fondre.

Frézier ajoute à cette description dont je viens de donner l'extrait quelques autres faits intéressans sur la différence des mines ou minerais d'argent : celui qui est blanc et gris, mêlé de taches rousses ou bleuâtres, est le plus commun dans les minières de Lipez; on y distingue à l'œil simple des grains d'argent, quelquefois disposés dans la pierre en forme de petites palmes. Mais il y a d'autres minerais où l'argent ne paroît point, entre autres un minerai noir, dans lequel on n'aperçoit l'argent qu'en raclant ou entamant sa surface : ce minerai, qui a si peu d'apparence, et qui souvent est mêlé de plomb, ne laisse pas d'être souvent plus riche, et coûte moins à travailler que le minerai blanc; car, comme il contient du plomb qui enlève à la fonte toutes les impuretés, l'on n'est pas obligé d'en faire l'amalgame avec le mercure. C'étoit de ces minières d'argent noir que les anciens Péruviens tiroient leur argent. Il y a d'autres minerais d'argent de couleurs différentes : un qui est noir, mais devient rouge en le mouillant ou le grattant avec du fer; il est riche, et l'argent qu'on en tire est d'un haut aloi : un autre brille comme du talc, mais il donne peu de métal : un autre qui n'en contient guère plus est d'un rouge jaunâtre; on le tire aisément de sa mine en petits morceaux friables et mous : il y a aussi du minerai vert qui n'est guère plus dur, et qui paroît être mêlé de cuivre. Enfin on trouve de l'argent pur en plusieurs endroits; mais ce n'est que dans la seule mine de Cotamito, assez voisine de celle de Potosi, où l'on voit des fils d'argent pur, entortillés comme ceux du galon brûlé.

Il en est donc de l'argent comme de l'or et du fer : leurs mines primordiales sont toutes dans le roc vitreux, et ces métaux y sont incorporés en plus ou moins grande quantité, dès le temps de leur première fusion ou sublimation par le feu primitif; et les mines secondaires, qui se trouvent dans les matières calcaires ou schisteuses, tirent évidemment leur origine des premières. Ces mines de seconde et de troisième formation, qu'on a quelquefois vues s'augmenter sensiblement par l'addition du minerai charrié par les eaux, ont fait croire que les métaux se produisoient de nouveau dans le sein de la terre, tandis que ce n'est au contraire que de leur décomposition et de la réunion de leurs détrimens que toutes ces mines nouvelles ont pu et peuvent encore être formées; et sans nous éloigner de nos mines d'argent du Pérou, il s'en trouve de cette espèce au pied des montagnes et dans les excavations des mines même abandonnées depuis longtemps.

Les mines d'argent du Mexique ne sont guère moins fameuses que celles du Pérou. M. Bowles dit que dans celle appelée *Valladora,* le minerai le plus riche donnoit cinquante livres d'argent par quintal, le moyen vingt-cinq livres, et le plus pauvre huit livres, et que souvent on trouvoit dans cette mine des morceaux d'argent vierge. On estime même que tout l'argent qui se tire du canton de Sainte-Pécaque est plus fin que celui du Pérou. Suivant Gemelli Carreri, la mine de Santa-Cruz avoit, en 1697, plus de sept cents pieds de profondeur, celle de Navaro plus de six cents; et l'on peut compter, dit-il, plus de mille ouvertures de mines dans un espace de six lieues autour de Santa-Cruz. Celles de la Trinité ont été fouillées jusqu'à huit cents pieds de profondeur : les gens du pays assurèrent à ce voyageur qu'en dix ou onze années, depuis 1687 jusqu'en 1697, on en avoit tiré quarante millions de marcs d'argent. Il cite aussi la mine de Saint-Matthieu, qui n'est qu'à peu de distance de la Trinité, et qui, n'ayant été ouverte qu'en 1689, étoit fouillée à quatre cents pieds en 1697 : il dit que les pierres métalliques en sont de la plus grande dureté; qu'il faut d'abord les *pétarder* et les briser à coups de marteau; que l'on distingue et sépare les morceaux qu'on peut faire fondre tout de suite, de ceux qu'on doit auparavant amalgamer avec le mercure. On broie ces pierres métalliques, propres à la fonte, dans un mortier de fer; et après avoir séparé par des lavages la poudre de pierre autant qu'il est possible, on mêle le minerai avec une certaine quantité de plomb, et on les fait fondre ensemble; on enlève les scories avec un croc de fer, tandis que par le bas on laisse couler l'argent en lingots, que l'on porte dans un autre fourneau pour les refondre et achever d'en séparer le plomb. Chaque lingot d'argent est d'environ quatre-vingts ou cent marcs; et s'ils ne se trouvent pas au titre prescrit, on les fait refondre une seconde fois avec le plomb pour les affiner. On fait aussi l'essai de la quantité d'or que chaque lingot d'argent peut contenir, et on l'indique par une marque particulière; s'il s'y trouve plus de quarante grains d'or par marc d'argent, on en fait le départ; et pour les autres parties du minerai que l'on veut traiter par

l'amalgame, après les avoir réduites en poudre très-fine, on y mêle le mercure, et l'on procède comme nous l'avons dit en parlant du traitement des mines de Potosi. Le mercure qu'on y emploie vient d'Espagne ou du Pérou : il en faut un quintal pour séparer mille marcs d'argent. Tout le produit des mines du Mexique et de la Nouvelle-Espagne doit être porté à Mexico; et l'on assure qu'à la fin du dernier siècle ce produit étoit de deux millions de marcs par an, sans compter ce qui passoit par des voies indirectes.

Il y a aussi plusieurs mines d'argent au Chili, surtout dans le voisinage de Coquimbo, et au Brésil, à quelque distance dans les terres voisines de la baie de Tous-les-Saints; l'on en trouve encore dans plusieurs autres endroits du continent de l'Amérique, et même dans les îles. Les anciens voyageurs citent en particulier celle de Saint-Domingue; mais la culture et le produit du sucre et des autres denrées de consommation que l'on tire de cette île sont des trésors bien plus réels que ceux de ses mines.

Après avoir ci-devant exposé les principales propriétés de l'argent, et avoir ensuite parcouru les différentes contrées où ce métal se trouve en plus grande quantité, il ne nous reste plus qu'à faire mention des principaux faits et des observations particulières que les physiciens et les chimistes ont recueillis en travaillant l'argent et en le soumettant à un nombre infini d'épreuves. Je commencerai par un fait que j'ai reconnu le premier. On étoit dans l'opinion que ni l'or ni l'argent mis au feu, et même tenus en fusion, ne perdoient rien de leur substance; cependant il est certain que tous deux se réduisent en vapeurs et se subliment au feu du soleil à un degré de chaleur même assez foible. Je l'ai observé lorsqu'en 1747 j'ai fait usage du miroir que j'avois inventé pour brûler à de grandes distances; j'exposai à quarante, cinquante, et jusqu'à soixante pieds de distance, des plaques et des assiettes d'argent : je les ai vues fumer long-temps avant de se fondre, et cette fumée étoit assez épaisse pour faire une ombre très-sensible qui se marquoit sur le terrain. On s'est depuis pleinement convaincu que cette fumée étoit vraiment une vapeur métallique; elle s'attachoit aux corps qu'on lui présentoit, et en argentoit la surface; et puisque cette sublimation se fait à une chaleur médiocre par le feu du soleil, il y a toute raison de croire qu'elle se fait aussi et en bien plus grande quantité par la forte chaleur du feu de nos fourneaux, lorsque non seulement on y fond ce métal, mais qu'on le tient en fusion pendant un mois, comme l'a fait Kunckel. J'ai déjà dit que je doutois beaucoup de l'exactitude de son expérience, et je suis persuadé que l'argent perd par le feu une quantité sensible de sa substance, et qu'il en perd d'autant plus que le feu est plus violent et appliqué plus long-temps.

L'argent offre dans ses dissolutions différens phénomènes dont il est bon de faire ici mention. Lorsqu'il est dissous par l'acide nitreux, on observe que si l'argent est à peu près pur, la couleur de cette dissolution, qui d'abord est un peu verdâtre, devient ensuite très-blanche, et quand il est mêlé d'une petite quantité de cuivre, elle est constamment verte.

Les dissolutions des métaux sont en général plus corrosives que l'acide même dans lequel ils ont été dissous : mais celle de l'argent par l'acide nitreux l'est au plus haut degré; car elle produit des cristaux si caustiques, qu'on a donné à leur masse réunie par la fusion le nom de *pierre infernale*. Pour obtenir ces cristaux il faut que l'argent et l'acide nitreux aient été employés purs. Ces cristaux se forment dans la dissolution par le seul refroidissement; ils n'ont que peu de consistance, et sont blancs et aplatis en forme de paillettes : ils se fondent très-aisément au feu, et long-temps avant d'y rougir; et c'est cette masse fondue et de couleur noirâtre qui est la pierre infernale.

Il y a plusieurs moyens de retirer l'argent de sa dissolution dans l'acide nitreux; la seule action du feu, long-temps continuée, suffit pour enlever cet acide : on peut aussi précipiter le métal par les autres acides, vitriolique ou marin, par les alcalis, et par les métaux qui, comme le cuivre, ont plus d'affinité que l'argent avec l'acide nitreux.

L'argent, tant qu'il est dans l'état de métal, n'a point d'affinité avec l'acide marin : mais dès qu'il est dissous, il se combine aisément et même fortement avec cet acide, car la mine d'argent corné paroît être formée par l'action de l'acide marin. Cette mine se fond très-aisément, et même se volatilise à un feu violent.

L'acide vitriolique attaque l'argent en masse au moyen de la chaleur; il le dissout même complétement; et en faisant distiller cette dissolution, l'acide passe dans le récipient, et forme un sel qu'on peut appeler *vitriol d'argent*.

Les acides animaux et végétaux, comme

l'acide des fourmis ou celui du vinaigre, n'attaquent point l'argent dans son état de métal; mais ils dissolvent très-bien ses *précipités*.

Les alcalis n'ont aucune action sur l'argent ni même sur ses précipités; mais lorsqu'ils sont unis aux précipités du soufre, comme dans le foie de soufre, ils agissent puissamment sur la substance de ce métal, qu'ils noircissent et rendent aigre et cassant.

Le soufre, qui facilite la fusion de l'argent, doit par conséquent en altérer la substance; cependant il ne l'attaque pas comme celle du fer et du cuivre, qu'il transforme en pyrite. L'argent fondu avec le soufre peut en être séparé dans un instant par l'addition du nitre, qui, après la détonation, laisse l'argent sans perte sensible ni diminution de poids; le nitre réduit au contraire le fer et le cuivre en chaux, parce qu'il a une action directe sur ces métaux, et qu'il n'en a point sur l'argent.

La surface de l'argent ne se convertit point en rouille par l'impression des élémens humides; mais elle est sujette à se ternir, se noircir, et se colorer : on peut même lui donner l'apparence et la couleur de l'or en l'exposant à certaines fumigations, dont on a eu raison de proscrire l'usage pour éviter la fraude.

On emploie utilement l'argent battu en feuilles minces pour en couvrir les autres métaux, tels que le cuivre et le fer; il suffit pour cela de bien nettoyer la surface de ces métaux et de les faire chauffer; les feuilles d'argent qu'on y applique s'y attachent et y adhèrent fortement. Mais comme les métaux ne s'unissent qu'aux métaux, et qu'ils n'adhérent à aucune autre substance, il faut, lorsqu'on veut argenter le bois ou toute autre matière qui n'est pas métallique, se servir d'une colle faite de gomme ou d'huile, dont on enduit le bois par plusieurs couches qu'on laisse sécher avant d'appliquer la feuille d'argent sur la dernière : l'argent n'est en effet que collé sur l'enduit du bois, et ne lui est uni que par cet intermède, dont on peut toujours le séparer sans le secours de la fusion, et en faisant seulement brûler la colle à laquelle il étoit attaché.

Quoique le mercure s'attache promptement et assez fortement à la surface de l'argent, il n'en pénètre pas la masse à l'intérieur; il faut le triturer avec ce métal pour en faire l'amalgame.

Il nous reste encore à dire un mot du fameux arbre de Diane, dont les charlatans ont si fort abusé en faisant croire qu'ils avoient le secret de donner à l'or et à l'argent la faculté de croître et de végéter comme les plantes : néanmoins cet arbre métallique n'est qu'un assemblage ou accumulation des cristaux produits par le travail de l'acide nitreux sur l'amalgame du mercure et de l'argent. Ces cristaux se groupent successivement les uns sur les autres; et s'accumulant par superposition, ils représentent grossièrement la figure extérieure d'une végétation.

FIN DU TOME II.

TABLE

DES ARTICLES CONTENUS DANS LE DEUXIÈME VOLUME.

HISTOIRE DES MINÉRAUX

PARTIE HYPOTHÉTIQUE.— PREMIER MÉMOIRE. Recherches sur le refroidissement de la terre et des planètes.....................Page 1
DES ÉPOQUES de la nature........... 73
Additions de Buffon sur les époques de la nature................ 85
Première époque. Lorsque la terre et les planètes ont pris leur forme....... 93
Seconde époque. Lorsque la matière, s'étant consolidée, a formé la roche intérieure du globe, ainsi que les grandes masses vitrescibles qui sont à sa surface.................. 103
Additions de Buffon sur la seconde époque.................... 109
Troisième époque. Lorsque les eaux ont couvert nos continents............ 113
Additions de Buffon sur la troisième époque............... 124
Quatrième époque. Lorsque les eaux se sont retirées, et que les volcans ont commencé d'agir................ 132
Cinquième époque. Lorsque les éléphants et les autres animaux du midi ont habité les terres du nord..... 142
Sixième époque. Lorsque s'est faite la séparation des continents......... 151
Additions de Buffon sur la sixième époque.................... 161
Septième époque. Lorsque la puissance de l'homme a secondé celle de la nature......................... 173
Additions de Buffon sur la septième époque................... 182
Explication de la Carte géographique.. 185
De la figuration des minéraux....... 190
Des Verres primitifs............... 195
Du Quartz.................... 199
Du Jaspe...................... 203
Du Mica et du Talc............. 206
Du Feld-Spath................. 208
Du Schorl..................... 211
Des Roches vitreuses de deux et trois substances, et en particulier du Porphyre......................... 212
Du Granite......................... 218
Du Grès............................ 224
Des Argiles et des Glaises........... 229
Des Schistes et de l'Ardoise......... 236
De la Craie......................... 241
De la Marne........................ 245
De la Pierre calcaire............... 247
De l'Albâtre....................... 260
Du Marbre......................... 267
Du Plâtre et du Gypse............. 278
Des Pierres composées de matières vitreuses et de substances calcaires... 286
De la Terre végétale............... 290
Du Charbon de terre............... 302
Du Bitume......................... 336
De la Pyrite martiale.............. 344
Des Matières volcaniques........... 347
Du Soufre......................... 360
Des Sels.......................... 367
Acide vitriolique et Vitriols......... 374
Liqueur des cailloux............... 378
Alun.............................. 380
Autres combinaisons de l'Acide vitriolique.......................... 383
Acides des végétaux et des animaux... 387
Alcalis et leurs combinaisons........ 389
Sel marin et Sel gemme............. 392
Du Nitre.......................... 400
Sel ammoniac...................... 405
Borax............................. 407
Du Fer............................ 410
De l'Or........................... 448
De l'Argent....................... 470

FIN DE LA TABLE.



Imprimerie Polychrôme
DE
FIRMIN DIDOT FRÈRES
ET GAUCHARD.